



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Offenlegungsschrift
10 DE 102 56 365 A 1

21 Aktenzeichen: 102 56 365.9
22 Anmeldetag: 3. 12. 2002
43 Offenlegungstag: 17. 7. 2003

51 Int. Cl. 7:
F 21 S 2/00
F 21 V 8/00
F 21 V 5/04
F 21 V 13/02
F 21 V 17/10
// F21Y 101:02, F21W
131:40

DE 102 56 365 A 1

30 Unionspriorität:

01/370750	04. 12. 2001	JP
02/005060	11. 01. 2002	JP
02/113979	16. 04. 2002	JP
02/175335	17. 06. 2002	JP
02/207395	16. 07. 2002	JP

71 Anmelder:

CCS Inc., Kyoto, JP

74 Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

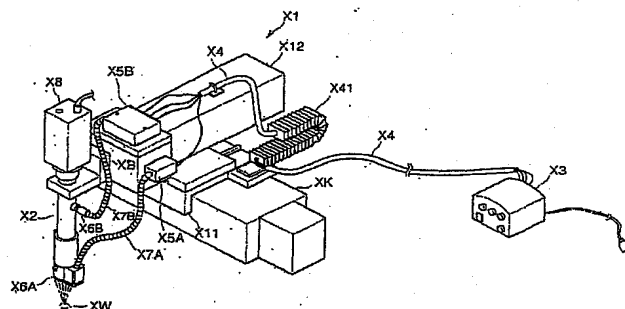
72 Erfinder:

Yoneda, Kenji, Kyoto, Kyoto, JP; Konishi, Jun,
Kyoto, Kyoto, JP; Masumura, Shigeki, Kyoto,
Kyoto, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Lichtabstrahlungsvorrichtung, Lichtquellenvorrichtung, Beleuchtungseinheit und Lichtverbindungsmechanismus

57 Auf der Seite einer Lichtabstrahlungsvorrichtung (x6A) wird eine Gehäusestruktur bereitgestellt, in der jeweils eine Linse in der Nähe des Lichtemissionsendes einer zugeordneten Lichtleitfaser gehalten wird. Auf der Seite einer Lichtquellenvorrichtung ist in einem gemeinsamen Gehäuse eine erste Lichtquellenlinse, die die von einer LED emittierten Lichtstrahlen im wesentlichen kollimiert, und eine zweite Lichtquellenlinse aufgenommen, die die Lichtstrahlen von der ersten Lichtquellenlinse bündelt und die gebündelten Lichtstrahlen in das Lichteinkopplungsende des Lichtleitfaserbündels einkoppelt. Dadurch können die gegenwärtigen Anforderungen für Prüfungen eines Werkstücks hinsichtlich des Lichtbündelungsbereichs und des Lichtbündelungswirkungsgrades vollständig erfüllt werden, während die Charakteristiken oder Eigenschaften des Beleuchtungssystems, in dem die Lichtabstrahlungsvorrichtung und die Lichtquellenvorrichtung durch die Lichtleitfasern getrennt angeordnet sind, optimal ausgenutzt werden.



DE 102 56 365 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Bereich der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtabstrahlungsvorrichtung, die eine Bestrahlungsobjektstelle mit Licht bestrahlt, um Prüfungen oder ähnliche Untersuchungen hinsichtlich des Erscheinungsbildes, Beschädigungen, usw. eines Produkts auszuführen, eine Lichtquellenvorrichtung und einen zum Verbinden der Vorrichtungen geeigneten Lichtverbindungsmechanismus.

2. Stand der Technik

[0002] Aus der JP-A 5-248820 (1993) ist ein System bekannt, in dem ein Lichtstrahl von einer Lichtquellenvorrichtung, z. B. von einer Halogenlampe, über ein aus mehreren gebündelten Lichtleitfasern hergestelltes Lichtleitfaserbündel zu einer Lichtabstrahlungsvorrichtung geleitet wird, wobei der Lichtstrahl von dieser Lichtabstrahlungsvorrichtung emittiert wird, um ein Werkstück zu beleuchten. Die Verwendung von Lichtleitfasern zwischen Lichtquellenvorrichtung und Abstrahlungsvorrichtung in diesem System ermöglicht, unabhängig von Form und Größe der Lichtquellenvorrichtung, Verbesserungen u. a. hinsichtlich einer kompakteren baulichen Ausführung der Lichtabstrahlungsvorrichtung und hinsichtlich des Freiheitsgrades bei der Positionierung derartiger Vorrichtungen.

[0003] Außerdem sind, beispielsweise aus der oben zitierten Offenlegungsschrift, gleichartige Systeme bekannt, bei denen die Lichtemissionsenden der Lichtleitfasern so gehalten werden, daß sie ein ringförmiges Faserhalterungselement umgeben, und aus den Lichtemissionsenden der einzelnen Lichtleitfasern abgestrahlte Lichtstrahlen direkt auf ein unter der Mitte des Faserhalterungselements angeordnetes Werkstück gerichtet werden, um dieses von der Umgebung her zu beleuchten. Außerdem ist, weil in der vorstehend beschriebenen Konstruktion, in der Lichtstrahlen von den Lichtemissionsenden direkt auf das Werkstück abgestrahlt werden, an jedem Lichtemissionsende ein nach außen entweichender Lichtstrahl erzeugt wird, ein System entwickelt worden, in dem ringförmige Linsen unter den Lichtemissionsenden angeordnet sind und der Lichtstrahl durch diese ringförmige Linse gebrochen wird, um zu verhindern, daß der Lichtstrahl entweicht, wodurch der Lichtbündelungswirkungsgrad verbessert wird. Ein derartiges System wird in der JP-A 5-199442 (1993) beschrieben.

[0004] Andererseits sind für die Lichtquellenvorrichtung, weil Halogenlampen bezüglich der Stabilität der Lichtintensität, der Lebensdauer, eines schnellen Ansprechvermögens und ähnlicher Parameter hinsichtlich der Effizienz und Genauigkeit derartiger Produktprüfungen kaum ausreichend sind, neuartige Lichtquellen mit Leuchtdioden (LED) entwickelt worden, durch die diese Faktoren verbessert werden können. Ein konkretes Beispiel hierfür findet sich in der JP-A 2000-21206 des Anmelders. In dieser Schrift wird eine Lichtquellenvorrichtung beschrieben, in der mehrere LEDs auf einem Substrat angeordnet sind, die Vorderflächen dieser LEDs jeweils mit einem Ende einer Lichtleitfaser verbunden sind und die anderen Enden der Lichtleitfasern zunächst gebündelt und dann aus dem Vorrichtungskörper herausgezogen werden, so daß die von den LEDs abgestrahlten Lichtstrahlen über diese Lichtleitfasern herausgeleitet werden können.

[0005] In den letzten Jahren besteht eine steigende Nachfrage nach einer höheren Prüfgenauigkeit, weil gewünscht

wird, sehr kleine Areale, z. B. einen Halbleiterchip oder einen Lötstellenabschnitt des Halbleiterchips auf einer Leiterplatte als zu prüfendes Werkstück, hell zu beleuchten. Aus diesem Grunde ist ein höherer Bündelungswirkungsgrad der Lichtstrahlen notwendig, um eine effizientere Bestrahlung der Bestrahlungsobjektstellen mit helleren Lichtstrahlen zu ermöglichen.

[0006] Hinsichtlich dieser Aspekte sind derartige herkömmliche Lichtabstrahlungsvorrichtungen jedoch bezüglich des Lichtbündelungsareals, des Lichtbündelungswirkungsgrads und anderer Faktoren unzulänglich. So wird beispielsweise im Falle der aus der bereits oben zitierten JP-A 5-199442 (1993) dargestellten Lichtabstrahlungsvorrichtung das Entweichen von Lichtstrahlen nach außen durch ringförmige Linsen verhindert; von den von den Fasern emittierten Lichtstrahlen werden jedoch nur die relativ zur ringförmigen Linse radialen Komponenten gebrochen und folglich gebündelt, während die Umfangskomponenten der von der Faser emittierten Lichtstrahlen nicht gebrochen und somit auch nicht gebündelt werden, weshalb die Lichtbündelung in Kleinstarealen unzureichend bleibt. Bei der aus der JP-A 2000-21206 bekannten Lichtquellenvorrichtung wiederum sind der effizienten Einkoppelung des von einer LED emittierten Lichts in Lichtleitfasern Grenzen gesetzt. Eine übermäßige Erhöhung der Lichtintensität der Lichtquellenvorrichtung vermag diesen Nachteil nicht auszuräumen, da hierdurch Probleme in Zusammenhang mit der dann entstehenden Wärme nachteilhaft zunehmen.

[0007] Daher ist es eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Beleuchtungssystem für Prüfungen und andere Zwecke bereitzustellen, das an der Seite der Lichtabstrahlungsvorrichtung eine Struktur aufweist, gemäß der der Lichtbündelungswirkungsgrad bzw. das Lichtbündelungsvermögen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen wesentlich verbessert werden kann, und an der Seite der Lichtquellenvorrichtung eine Struktur aufweist, gemäß der das Licht von einer LED sehr effizient in Lichtleitfasern eingekoppelt und das Licht in zur Beleuchtung geeignetes Licht umgewandelt werden kann, so daß unter Nutzung der Vorzüge von Systemen, in denen Lichtabstrahlungsvorrichtung und Lichtquellenvorrichtung separat vorgesehen sind und über Lichtleitfasern miteinander verbunden sind, den an die Werkstückprüfung gegenwärtig gestellten Anforderungen insbesondere in Hinblick auf Lichtbündelungsareal und -wirkungsgrad zur Genüge entsprochen werden kann.

Mittel zur Lösung der Aufgabe

[0008] Die erfindungsgemäße Lichtabstrahlungsvorrichtung ist eine Lichtabstrahlungsvorrichtung zum Bestrahlen einer Bestrahlungsobjektstelle mit einem Lichtstrahl, der über ein aus mehreren Lichtleitfasern gebildetes Lichtleitfaserbündel zugeführt wird, wobei die Lichtabstrahlungsvorrichtung ein Gehäuse aufweist, in dem ein Faserhalterungsabschnitt, durch welchen die Lichtemissionsenden der Lichtleitfasern in einem voneinander getrennten angeordneten Zustand gehalten werden, und ein Linsenhalterungsabschnitt aufgenommen sind, durch welchen Linsen so gehalten werden, daß je eine Linse an je einem Lichtemissionsende schlüssig oder an dieses angenähert vorgesehen ist.

[0009] In einer solchen Vorrichtung sind die jeweiligen Linsen in einer Eins-zu-Eins-Zuordnung auf entsprechenden Lichtleitfasern montiert, so daß das Lichtbündelungsareal leicht kleiner gemacht werden kann. Außerdem kann, weil die Linsen auf einfache Weise an den Lichtemissionsenden der Lichtleitfasern schlüssig oder angenähert angeordnet werden können, das von den Lichtleitfasern emittierte Licht verlustfrei gebrochen und mit sehr hohem Wir-

kungsgrad auf die Bestrahlungsobjektstelle abgestrahlt werden. Dadurch kann die geforderte hohe Prüfgenaugkeit bezüglich sehr kleiner Areale, z. B. eines Halbleiterchips oder eines Lötstellenabschnitts des Halbleiterchips auf einer Leiterplatte, geeignet erreicht werden.

[0010] Hierbei ist es ausreichend, wenn die Linsen jeweils eindeutig zugeordnet zu den Lichtleitfasern funktionell getrennt sind, so daß die Linsen nicht notwendigerweise physisch getrennt sein müssen. Beispielsweise ist es ausreichend, wenn Konvexlinsen an ihren Umfängen unter Verwendung einer dünnen Platte oder auf ähnliche Weise miteinander verbunden sind, wodurch mehrere Konvexlinsen physisch als Einheit integriert werden.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, bei welcher die Lichtbündelung mit einer geringen Anzahl an Bauteilen realisiert werden kann, stimmt die axiale Linie der Lichtleitfaser am Lichtemissionsende mit der optischen Achse der zugeordneten Linse überein und sowohl die axiale Linie als auch die optische Achse der Linse werden auf die Bestrahlungsobjektstelle ausgerichtet.

[0012] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform, die u. a. zu einer Erhöhung des Freiheitsgrades bei der Produktion beiträgt, ist die axiale Linie der Lichtleitfaser am Lichtemissionsende bezüglich der optischen Achse der zugeordneten Linse versetzt vorgesehen, wobei die optische Achse des vom Lichtemissionsende emittierten Lichtstrahls durch die Linse abgelenkt und auf die Bestrahlungsobjektstelle ausgerichtet wird.

[0013] Um eine noch geeignetere Lichtbündelung zu erreichen und die Brennweite gemäß dem Abstand von der Lichtquellenvorrichtung zur Bestrahlungsobjektstelle und der Größe der Bestrahlungsobjektstelle noch leichter einzustellen, ist nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Lichtabstrahlungsvorrichtung derart konstruiert, daß die von jedem Lichtemissionsende über die zugeordnete Linse emittierten Lichtstrahlen zu im wesentlichen parallel ausgerichteten Lichtstrahlen kollimiert werden, wobei eine zwischen der Linse und der Bestrahlungsobjektstelle zu positionierende einzelne zweite Linse bereitgestellt wird, so daß ein von jeder der Linsen emittierter Lichtstrahl durch die zweite Linse so gebrochen wird, daß er auf die Bestrahlungsobjektstelle gebündelt bzw. fokussiert wird. Hierbei kann unter Verwendung einer solchen Vorrichtung die Brennweite durch einfaches Ersetzen der zweiten Linse durch eine andere Linse beliebig geändert werden. Diese zweite Linse kann beispielsweise eine Konvexlinse oder eine Fresnellinse sein.

[0014] Nach einer weiteren konkreten Ausführungsform der Erfindung, die bevorzugt für das Beleuchten beispielsweise in Zusammenhang mit Prüfungen eingesetzt wird, weist das Gehäuse eine Beobachtungsöffnung zum Beobachten der Bestrahlungsobjektstelle auf, wobei mehrere Faserhalterungsabschnitte entweder intermittierend oder in gleichen Abständen in Umfangsrichtung auf dem Rand besagter Beobachtungsöffnung angeordnet sind und diese Faserhalterungsabschnitte als Faserhalterungsöffnungen ausgeführt, durch welche die Lichtleitfasern durchgeführt sind und gehalten werden.

[0015] Die Linsenhalterungsabschnitte können beispielsweise als Linsenhalterungsöffnungen ausgeführt werden, die in Zuordnung zu vorgenannten Faserhalterungsöffnungen vorgesehen werden und in welche vorgenannte Linsen aufgenommen sind. Als Linsen, die sich besonders zum Einsetzen in derartige Linsenhalterungsabschnitte eignen, werden vorzugsweise solche mit sphärischer Form (sogenannte Kugellinsen) verwendet.

[0016] Um z. B. die Montagearbeiten zu vereinfachen werden die vorgenannten Faserhalterungsöffnungen vor-

zugsweise durch säulenförmige Elemente geführt, deren Querschnitte formgleich mit den Querschnitten vorgenannter Linsenhalterungsöffnungen sind, wobei diese säulenförmigen Elemente in die dem Einstrahlungsort gegenüberliegende Seite der Linsenhalterungsöffnungen eingepaßt sind, in denen die Linsen eingesetzt sind. Hierbei ist das säulenförmige Element vorzugsweise ein Zylinder, es kann jedoch, solange die Querschnitte formgleich mit denen der Linsenhalterungsöffnungen sind, auch eine andere Form haben, z. B. dergestalt, daß es im Querschnitt ein Dreieck oder ein Viereck aufweist. Wenn die Faserhalterungsöffnung entlang der Mittelachse des säulenförmigen Elements ausgebildet ist, kann, wie vorstehend beschrieben, die optische Achse der Linse mit der axialen Linie der Lichtleitfaser in Übereinstimmung gebracht werden. Aus einer versetzten Anordnung von Faserhalterungsöffnung relativ zur Mittelachse (des säulenförmigen Elements) ergibt sich hingegen, relativ zur axialen Linie der Lichtleitfasern, eine versetzte Anordnung der optischen Achse der Linse, so daß die optische Achse des Bestrahlungslichts durch eine Linse in die Richtung abgelenkt werden kann, die sich von der Lichtemissionsrichtung der Lichtleitfaser unterscheidet. D. h., daß die optische Achse des Bestrahlungslichts zur Bestrahlungsobjektstelle hin ausgerichtet werden kann, auch wenn die axiale Linie der Lichtleitfaser am Lichtemissionsende nicht zur Bestrahlungsobjektstelle hin ausgerichtet ist.

[0017] Daher bewirkt die vorstehend beschriebene Lichtabstrahlungsvorrichtung im Vergleich zu herkömmlichen Vorrichtungen u. a. eine wesentliche Verbesserung des Lichtbündelungswirkungsgrades. Als Lichtquellenvorrichtung, bei der die in Kombination mit dieser Lichtabstrahlungsvorrichtung die vorstehend beschriebenen Effekte deutlich hervortreten, und welche der vorgenannten Lichtabstrahlungsvorrichtung Licht in effektiver und ohne übermäßigen Aufwand zuführen kann, kann beispielsweise eine Lichtquellenvorrichtung verwendet werden, von der aus Licht durch ein Lichtleiterelement, beispielsweise ein aus mehreren Lichtleitfasern bestehendes Lichtleitfaserbündel oder eine Glasstange, zugeführt wird und in deren Gehäuse gemeinsam eine erste Lichtquellenlinse zum Kollimieren von von einer oder mehreren LED(s) emittierten Lichtstrahlen in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen und eine zweite Lichtquellenlinse zum Bündeln der Lichtstrahlen von der ersten Lichtquellenlinse und zum Einkoppeln dieses Lichtes in vorgenanntes Lichtleiterelement aufgenommen sind.

[0018] Mit einer solchen Vorrichtung kann das Licht, das in der herkömmlichen Vorrichtung weder gebündelt noch in das Lichteinlassende eingekoppelt werden konnte, gebündelt und gesammelt werden, so daß es von der LED dem Lichtleitfaserbündel und damit der Lichtabstrahlungsvorrichtung mit sehr hohem Wirkungsgrad zugeführt werden kann. Außerdem können, weil die Halterungsposition der LEDs oder ähnlicher Elemente nicht eingeschränkt ist, LEDs dicht benachbart zueinander angeordnet werden, wenn viele LEDs verwendet werden, um die Lichtmenge entsprechend zu erhöhen und eine Lichtquellenvorrichtung zu konstruieren, die einen intensiveren Lichtstrahl ohne übermäßigen Aufwand emittieren kann. Außerdem können die Vorrichtungen leicht als bequem transportierbare, kleinformatige (d. h. handliche) Vorrichtung ausgeführt werden, so daß nicht nur die Handhabungseigenschaften, z. B. zum Transportieren der Lichtabstrahlungsvorrichtung, verbessert werden können, sondern auch Lichtquellenvorrichtungen mit einer den Anforderungen entsprechenden geeigneten Größe kostengünstig hergestellt werden können, wodurch Vorteile sowohl hinsichtlich des Gebrauchs als auch hinsichtlich der Kosten erhalten werden. Außerdem können,

wenn lange Lichtleitfaserbündel (Lichtleiter) zum Abstrahlen von Licht auf ein Werkstück gezogen werden, Beschädigungen, z. B. ein Bruch des Lichtleitfaserbündels, vorteilhaft verhindert werden, so daß die Haltbarkeit vorteilhaft erhöht wird.

[0019] Nach einer weiteren möglichen Ausführungsform ist die Lichtquellenvorrichtung eine Lichtquellenvorrichtung zum Zuführen eines Lichtstrahls über ein Lichtleiterelement, z. B. ein aus mehreren gebündelten Lichtleitfasern hergestelltes Lichtleitfaserbündel oder eine Glasstange, wobei auf einem Substrat eine oder mehrere LEDs angeordnet sind, die von den LEDs abgestrahlte Licht von ersten Lichtquellenlinsen, die abstrahlungsseitig an den LEDs vorgesehen sind, in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen kollimiert werden, zweite Lichtquellenlinsen vor den ersten Linsen vorgesehen sind, die die im wesentlichen parallelen Lichtstrahlen aus den ersten Lichtquellenlinsen bündeln und in das Lichteinkopplungsende des Lichtleiterelements einkoppeln, und ein Sammelabschnitt ausgebildet ist, in welchem die Lichtemissionsenden der in gleicher Zahl wie die LEDs vorliegenden Lichtleitfasern gebündelt sind.

[0020] Um den Wirkungsgrad zum Sammeln des von der LED emittierten Lichts möglichst weitgehend zu verbessern und das Lichtbündelungsareal, in dem das Licht nach Durchgang durch die Lichtabstrahlungsvorrichtung schließlich gebündelt vorliegt, so klein wie möglich zu machen, wird vorzugsweise nur eine LED verwendet, wobei die erste Lichtquellenlinse aus einem transparenten Lichtbündelungselement hergestellt wird, das eine im wesentlichen konische Form mit am Lichtemissionsende größeren Durchmesser aufweist, und am Lichtemissionsende der ersten Lichtquellenlinse eine Vertiefung zur Aufnahme des Strahlungsabschnitts der LED vorgesehen wird.

[0021] Die Lichtabstrahlungsvorrichtung und die Lichtquellenvorrichtung, die vorstehend beschrieben wurden, können durch ein Lichtleitfaserbündel miteinander verbunden sein; je nach Anwendungszweck kann jedoch fallweise insbesondere in Hinblick auf die Gebrauchseigenschaften eine Lichtstrahlungseinheit vorteilhaft sein, in der die Lichtabstrahlungsvorrichtung und die Lichtquellenvorrichtung unter Verwendung eines gemeinsamen Gehäuses als eine Einheit integral ausgebildet sind.

[0022] Wenn eine solche Lichtabstrahlungsvorrichtung und eine solche Lichtquellenvorrichtung durch ein Lichtleitfaserbündel miteinander verbunden sind, können, wenn Licht von der Lichtquellenvorrichtung in das Lichtleitfaserbündel eingekoppelt wird, die Intensitäten des in jede Lichtleitfaser eingekoppelten Lichts sich beispielsweise voneinander unterscheiden, oder wenn eine Mehrfarben-LED verwendet wird, können sich die Farben des in jede Faser eingekoppelten Lichts voneinander unterscheiden. Dadurch können Ungleichmäßigkeiten in der Intensität oder der Farbe des schließlich von der Lichtabstrahlungsvorrichtung emittierten Lichts verursacht werden. Um dies im Voraus zu vermeiden, wird eine Ausführungsform bevorzugt, bei welcher das in jede Lichtleitfaser eingekoppelte Licht gleichmäßig ist. Um dies zu erreichen, kann eine Konstruktion verwendet werden, in der ein Lichtverbindungsmechanismus bereitgestellt wird, der das Lichtleitfaserbündel an der Seite der Lichtquellenvorrichtung mit dem Lichtleitfaserbündel an der Seite der Lichtabstrahlungsvorrichtung verbindet, um das Licht in diesem Lichtverbindungsmechanismus zu mischen. Eine konkrete Ausführungsform des Lichtverbindungsmechanismus kann einen Lichtdurchlaß mit einem kreisförmigen Querschnitt zum Durchlassen eines Lichtstrahls und einen auf der Außenumfangsfläche des Lichtdurchlasses angeordneten Reflexions-/Brechungsabschnitt zum Reflektieren und Brechen der Lichtstrahlen

nach innen aufweisen, wobei Endflächen des Lichtdurchlasses jeweils in der Nähe einer Endfläche eines Lichtleitfaserbündels an der Seite der Lichtquellenvorrichtung bzw. einer Endfläche eines Lichtleitfaserbündels an der Seite der Lichtabstrahlungsvorrichtung und mit übereinstimmenden axialen Mitteln angeordnet sind, und wobei der Durchmesser des Lichtdurchlasses so gewählt ist, daß er dem Durchmesser der Lichtleitfaserbündel im wesentlichen gleicht.

[0023] Hinsichtlich der Lichtquellenvorrichtung können verschiedene andere Vorrichtungen in Betracht gezogen werden. Insbesondere kann, wenn in Verbindung mit einer Lichtquellenvorrichtung ein Kühlmittel verwendet wird, die Temperatur der LED reduziert werden, wodurch die Lichtintensität noch besser stabilisiert wird, die Lebensdauer weiter erhöht wird und andere Verbesserungen erzielt werden. Nachstehend werden Ausführungsformen einer solchen Lichtquellenvorrichtung beschrieben.

[0024] Es kann beispielsweise eine Lichtquellenvorrichtung in Betracht gezogen werden, in der mehrere Leuchtkörper auf einem Substrat dicht verteilt sind, erste Lichtquellenlinsen zum Kollimieren der Lichtstrahlen, die von den jeweiligen Leuchtkörpern emittiert werden, in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen in Bezug auf die Leuchtkörper emissionsseitig angeordnet sind; zweite Lichtquellenlinsen zum Bündeln der von den ersten Lichtquellenlinsen kommenden, im wesentlichen parallelen Lichtstrahlen und zum Einkoppeln derselben in das Lichteinkopplungsende eines Lichtleiterelements vor der ersten Lichtquellenlinse angeordnet sind, und in der ferner ein Kühlmittel zum Kühlen der Rückseite des Substrats vorgesehen ist.

[0025] Gemäß dieser Vorrichtung kann durch Bereitstellen einer Konstruktion, in der die von jedem der Leuchtkörper emittiert Lichtstrahlen durch die ersten Lichtquellenlinsen in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen umgewandelt werden und die umgewandelten, im wesentlichen parallelen Lichtstrahlen durch die zweiten Lichtquellenlinsen gebündelt werden, wie vorstehend beschrieben, das Licht, das in herkömmlichen Vorrichtungen nicht im Lichteinkopplungsende gesammelt werden konnte, ebenfalls gebündelt und gesammelt werden. Außerdem können, weil keine Einschränkungen u. a. hinsichtlich der Montagepositionen der Leuchtkörper bestehen, wie es bei herkömmlichen Vorrichtungen der Fall ist, benachbarte Leuchtkörper in dichtem Abstand voneinander angeordnet werden. Außerdem kann durch Kühlen der großflächigen Substratrückseite ohne darauf montierte Leuchtkörper die durch einen Temperaturanstieg der Leuchtkörper verursachte Abnahme der Lichtintensität effizient unterdrückt werden, und außerdem kann durch das Kühlen das Auftreten von Problemen, z. B. einer Verformung von Linsen oder des Substrats, verhindert werden.

[0026] Wenn die Leuchtkörper Leuchtdioden sind und mit den Leuchtdioden verbundene Widerstände auf den Außenumfangsflächen des Substrats angeordnet sind, kann die Übertragung der durch die Widerstände erzeugten Wärme zu den Leuchtdioden unter Ausnutzung der Außenumfangsflächen der Substrate, in denen keine Leuchtdioden vorhanden sind, und Anordnen der Widerstände an diesen Stellen erschwert werden.

[0027] Durch Verwendung von Linsenanordnungen ("lens arrays"), die entsprechend den einzelnen Leuchtkörpern angeordnet sind, als erste Lichtquellenlinsen kann das Strahlungslicht von den einzelnen zuverlässig in im wesentlichen paralleles Licht umgewandelt werden.

[0028] Durch Verwendung von Fresnellinsen als zweite Lichtquellenlinsen können diese im Vergleich zu gängigen Konvexlinsen kleiner und leichter ausgebildet werden, aufgrund ihrer guten Verarbeitbarkeit können Fresnellinsen außerdem auf einfache Weise vierseitig ausgebildet oder Bohr-

behandlungen unterzogen werden. Außerdem können Fresnellinsen, weil sie dünn sind, näher zum Leuchtkörper hin angeordnet werden, wodurch der Lichtbündelungswirkungsgrad für die Bündelung und zum Einkoppeln des Lichts in das Lichteinkopplungsende von Lichtleiterelementen erhöht wird.

[0029] Wenn das Kühlmittel ein auf der Rückseite des Substrats angeordnetes Peltierelement, ein auf der dem Substrat entgegengesetzten Seite des Peltierelementes angeordnetes Kühlrippenelement und einen Lüfter zum Zuführen von Kühlluft zum Kühlrippenelement hin aufweist, kann die im Peltierelement erzeugte Wärme durch Kühlen des Substrats effizient abgeleitet werden. Durch Verwendung des Peltierelementes können die Leuchtdioden auch bei hoher Montagedichte bzw. beim Fließen großer elektrischer Ströme (was zu einem Anwachsen der erzeugten Wärmemenge führt) zuverlässig gekühlt werden. Dadurch kann die Lebensdauer der Leuchtdioden erhöht und können ähnliche Vorteile erhalten werden.

[0030] Wenn die Lichtquellenvorrichtung einen Temperatursensor zum Erfassen der Substrattemperatur und einen Temperaturcontroller zum Regeln des dem Peltierelement zugeführten elektrischen Stroms aufweist, um die durch den Temperatursensor erfaßte Temperatur auf einen Temperatur-Sollwert zu regeln und eine konstante Temperatur aufrechtzuerhalten, kann eine Verbesserung des Weißlichtabgleiches realisiert werden, wenn z. B. durch Leuchtdioden der drei Primärfarben weißes Licht emittiert wird. Hierbei wird unter den Leuchtdioden der drei Primärfarben durch die blaue Leuchtdiode bei einem Temperaturanstieg eine größere Helligkeit erhalten, während durch die rote und die grüne Leuchtdiode bei einem Temperaturanstieg eine geringere Helligkeit erhalten wird, wodurch der Weißlichtabgleich verschlechtert wird.

[0031] Wenn die Leuchtdioden aus chip-ähnlichen Leuchtdioden bestehen und ein Reflektor auf der Strahlungsflächen- oder chip-ähnlichen Leuchtdioden angeordnet ist, kann das Licht, das nicht gesammelt werden konnte, durch den Reflektor gesammelt werden, während die Montagedichte im Vergleich zu Rundkopf-Leuchtdioden (auch als diskrete Leuchtdioden bezeichnet) erhöht werden kann. Unter chip-ähnlichen oder Chip-Leuchtdioden versteht man beispielsweise oberflächenmontierbare Leuchtdioden mit einem über eine Durchgangsöffnung (die nicht notwendigerweise vorhanden sein muß) auf der Vorder- und der Rückseite einer Basis angeordneten Elektrodenpaar (Kathode und Anode), und Leuchtdioden mit direkt auf einem Substrat montierten Leuchtdioden-Bare-Chips.

[0032] Wenn die Leuchtdioden durch ein Pulssteuersignalsignal aktiviert werden, kann die Lebensdauer der Leuchtdioden im Vergleich zu einer kontinuierlichen Ansteuerung oder Aktivierung verbessert werden.

[0033] Wenn eine Kamera zum Aufnehmen eines Bildes des beim Bestrahlen eines zu prüfenden Objekts mit Licht von den Leuchtdioden vom Objekt reflektierten Lichts oder des durch das zu prüfende Objekt transmittierten Lichts bereitgestellt wird und die Leuchtdioden so angesteuert werden, daß sie zum Zeitpunkt während oder vor dem Öffnen des Kameraverschlusses aktiviert werden, und die Leuchtdioden, nachdem der Kameraverschluß geschlossen ist, nach einer vorgegebenen Zeitdauer deaktiviert werden, kann die Helligkeit, während die Leuchtdioden aktiviert sind, erhöht werden, indem bei offenem Kameraverschluß ein hoher elektrischer Stromfluß erzeugt wird. Außerdem kann, weil die Leuchtdioden bei geschlossenem Kameraverschluß nicht aktiviert sind, die Wärmeabfuhr minimal gehalten werden.

[0034] Wenn Leuchtdioden der drei Primärfarben, d. h.

rote Leuchtdioden, grüne Leuchtdioden und blaue Leuchtdioden, in einer vorgegebenen Reihenfolge auf dem Substrat angeordnet sind, kann erreicht werden, daß durch die Lichtstrahlen, die durch Bündeln der von diesen Leuchtdioden abgestrahlten Lichtstrahlen erhalten und durch ein Lichtleiterelement abgestrahlt werden, (gleichmäßiges) weißes Licht mit einem guten Weißlichtabgleich erhalten wird.

[0035] Die Lichtquellenvorrichtung kann ein Gehäuse aufweisen, in dem ein Substrat aufgenommen ist, auf dem ein einzelner oder mehrere Leuchtkörper dicht benachbart zueinander angeordnet sind, eine (oder mehrere) erste Lichtquellenlinse(n) zum Kollimieren der von den Leuchtkörpern abgestrahlten Lichtstrahlen in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen und eine (oder mehrere) zweite Lichtquellenlinse(n) zum Bündeln der im wesentlichen parallelen Lichtstrahlen von der ersten Lichtquellenlinse, um die gebündelten Lichtstrahlen in ein Lichteinkopplungsende eines Lichtleiterelements einzukoppeln; und die Lichtquellenvorrichtung kann ein Leistungsquellenkabel zum Zuführen von elektrischer Leistung zu den Leuchtkörpern aufweisen; und die Lichtquellenvorrichtung kann ein Kühlmittel zum Kühlen der Rückseite des Substrats aufweisen, wodurch eine bequem transportierbare, kleinformatige (handliche) Lichtabstrahlungsvorrichtung bereitgestellt werden kann.

[0036] In einer solchen Vorrichtung kann, indem eine Konstruktion bereitgestellt wird, gemäß der die von den Leuchtkörpern abgestrahlten Lichtstrahlen durch die erste Lichtquellenlinse in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen umgewandelt werden und die umgewandelten, im wesentlichen parallelen Lichtstrahlen durch die zweite Lichtquellenlinse gebündelt werden, Licht, das in der herkömmlichen Vorrichtung nicht in das Lichteinkopplungsende eingekoppelt werden konnte, ebenfalls gebündelt und eingekoppelt werden. Außerdem können, weil die Montagepositionen der Leuchtkörper und ähnlicher Elemente nicht wie im Falle herkömmlicher Vorrichtungen eingeschränkt sind, benachbarte Leuchtkörper dicht benachbart zueinander angeordnet werden, wenn eine große Anzahl von Leuchtkörpern bereitgestellt werden soll. Außerdem kann durch Kühlen der Rückseite des Substrats, die eine größere Fläche aufweist, auf der keine Leuchtkörper angeordnet sind, durch ein Kühlmittel die durch einen Temperaturanstieg der Leuchtkörper verursachte Abnahme der Lichtintensität effizient verhindert werden, und außerdem kann verhindert werden, daß Probleme auftreten, z. B. eine Verformung von Linsen oder des Substrats. Außerdem kann durch Bereitstellen einer bequem transportierbaren, kleinen (handlichen) Vorrichtung nicht nur eine Verbesserung der Handhabungseigenschaften, z. B. des Transports der Lichtabstrahlungsvorrichtung, erreicht werden, sondern außerdem kann eine Lichtabstrahlungsvorrichtung mit einer die Anforderungen erfüllenden Größe kostengünstig hergestellt werden.

[0037] Durch Verwenden eines Gehäuses, das an seinem Lichtemissionsende einen rohrförmigen Halterungsabschnitt zum Einsetzen und Halten des Lichtleiterelements aufweist, und Einführen des Lichtleitfaserbündels in diesen Halterungsabschnitt, wobei der Durchmesser des Endes des in ihm gehaltenen Lichtleitfaserbündels in etwa dem des Endes des Halterungsabschnittes entspricht, wird eine kostengünstige Verwendung teurer Lichtleitfasern ermöglicht, außerdem werden hierdurch im Vergleich zur Verwendung langer Lichtleitfasern die die Handhabungseigenschaften verbessert.

[0038] Wenn das Kühlelement zur Ableitung der Wärme des vorgenannten Substrats nach Außerhalb des Gehäuses Kühlrippen umfaßt, die auf einem Teil des Gehäuses oder auf dem gesamten Gehäuse vorgesehen sind, kann die Anzahl der Komponenten im Vergleich zu dem Fall redu-

ziert werden, in dem das Gehäuse und das Kühlrippenelement separat hergestellt und montiert werden.

[0039] Wenn die Vorrichtung so konstruiert ist, daß nur ein einziger Leuchtkörper vorgesehen ist, die erste Lichtquellenlinse aus einem transparenten Lichtbündelungselement mit einer im wesentlichen konischen (hornähnlichen) Form mit einem großen Durchmesser am Lichtemissionsende hergestellt ist, und am Lichteintrittsende der ersten Lichtquellenlinse eine Vertiefung zum Aufnehmen des Strahlungsabschnitts des Leuchtkörpers ausgebildet ist, können die Lichtstrahlen, die durch eine gewöhnliche Linse unter den vom Strahlungsabschnitt des Leuchtkörpers emittierten Lichtstrahlen nicht gesammelt werden konnten, an der auf dem Außenumfang des Lichtbündelungselements angeordneten Lichtreflexionsschicht reflektiert werden, so daß die Lichtmenge des in die zweite Lichtquellenlinse eintretenden Lichts erhöht wird.

[0040] Wenn die Vorrichtung so konstruiert ist, daß mehrere Leuchtkörper mit einem Substrat vorgesehen sind, erste Lichtquellenlinsen zum Kollimieren der von den Leuchtkörpern abgestrahlten Lichtstrahlen in im wesentlichen paralleles Licht in bezug auf die einzelnen Leuchtkörper lichtemissionsseitig angeordnet sind, zweite Lichtquellenlinsen zum Bündeln der Lichtstrahlen von der ersten Lichtquellenlinse zum Einkoppeln derselben in das Lichteinkopplungsende eines aus einem einzelnen oder mehreren Lichtleitfasern hergestellten Lichtleiterelements vor den ersten Lichtquellenlinsen angeordnet sind, ein Sammelabschnitt ausgebildet ist, in welchem die Lichtemissionsenden der in gleicher Zahl wie die LEDs vorliegenden Lichtleitfasern gebündelt sind, und ein Kühler zum Kühlen der Rückseite des Substrats bereitgestellt wird, werden, bedingt durch diese Konstruktion, die von den Leuchtkörpern abgestrahlten Lichtstrahlen durch die ersten Lichtquellenlinsen in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen umgewandelt und diese durch die zweiten Lichtquellenlinsen gebündelt, was ein Bündeln und lichteinlaßseitiges Einkoppeln auch der Lichtstrahlen ermöglicht, die durch herkömmliche Vorrichtungen nicht gesammelt und in das Lichteinkopplungsende eingekoppelt werden konnten. Das Einkoppeln des von den Leuchtkörpern emittierten Lichtes in das Lichteinlaß-Ende in das Lichtleiterelement, das beispielsweise eine einzelne Lichtleitfaser oder ein aus mehreren gebündelten Lichtleitfasern mit geringeren Durchmessern als Einzelfasern hergestelltes Lichtleitfaserbündel sein kann, erfolgt somit effektiv und zuverlässig. Durch Verwendung von Lichtleitfaserbündeln anstelle einzelner Lichtleitfasern kann die Flexibilität erhöht werden, und die Lichtstrahlen können gleichmäßiger auf den mit Licht zu bestrahlenden Strahlungsabschnitt abgestrahlt werden. Außerdem kann durch Kühlen der Rückseite des Substrats, die eine größere Fläche aufweist, auf der keine Leuchtkörper angeordnet sind, durch ein Kühlmittel die durch einen Temperaturanstieg der Leuchtkörper verursachte Abnahme der Lichtintensität effizient verhindert werden, außerdem kann durch dieses Kühlen die Lebensdauer der Leuchtkörper erhöht werden und können Probleme, z. B. eine Verformung von Linsen oder des Substrats, verhindert werden.

[0041] Außerdem kann, wenn am Lichtemissionsende des Sammelabschnitts das Lichteinkopplungsende eines zweiten Lichtleiterelements zum Leiten des Lichts vom Sammelabschnitt zu einer beliebigen Position angeordnet wird, das Licht einfach durch Bewegen des Lichtemissionsendes des zweiten Lichtleiterelements auf eine gewünschte Position abgestrahlt werden. Hierbei wird das zweite Lichtleiterelement vorzugsweise aus einem flexiblen Material hergestellt, z. B. aus einer Lichtleitfaser. Außer einer Ausführungsform, in der zwei verschiedene Linsen vorgesehen sind, d. h. erste

Lichtquellenlinsen und zweite Lichtquellenlinsen, kann eine Ausführungsform verwendet werden, in der eine einzelne Linse verwendet wird, in der diese beiden Linsen integriert sind.

[0042] Andererseits wird, wenn beispielsweise ein Werkstück bestrahlt werden soll, das nicht immer an einer konstanten Position angeordnet ist, z. B. Werkstücke, die nicht exakt positioniert auf einer Transportvorrichtung angeordnet sind und aufeinanderfolgend transportiert werden, eine Funktion gefordert, mit welcher die Lichtabstrahlungsvorrichtung entsprechend der Position jedes Werkstücks häufig bewegt werden kann. Dabei werden Lichtleitfasern aufgrund der häufigen Bewegung der Lichtabstrahlungsvorrichtung natürlich ebenfalls mitgezogen und bewegt. Weil Lichtleitfasern flexibel sind, wurde bislang angenommen, daß die Flexibilität der Lichtleitfasern in vollem Umfang ausreichend ist, um eine derartige Bewegung zu ermöglichen.

[0043] Tatsächlich sind Lichtleitfasern jedoch im Vergleich zu elektrischen Drähten oder ähnlichen Elementen eher sperrig bzw. starr und schwer, und insbesondere wenn lange (z. B. zwei bis drei Meter lange) Lichtleitfasern verwendet werden, ist möglicherweise ein größerer Antriebsmechanismus erforderlich, um die Lichtabstrahlungsvorrichtung zu bewegen, während die Lichtleitfasern mitgezogen werden, weil ansonsten die Bewegung oder Positionssteuerung der Lichtabstrahlungsvorrichtung schwierig werden kann. Außerdem sind Lichtleitfasern weniger biegsam bzw. flexibel als elektrische Drähte und brechen, wenn sie häufig gebogen oder bewegt werden, innerhalb einer relativ kurzen Zeit, so daß Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit, der Lebensdauer und ähnlicher Eigenschaften der Vorrichtung entstehen können. Wenn als Lichtquelle anstelle von Halogenlampen LEDs, die in den letzten Jahren zunehmend im Blickpunkt des Interesses stehen, verwendet werden und mehrere LEDs ohne Verwendung von Lichtleitfasern direkt auf einer Lichtabstrahlungsvorrichtung montiert werden, können sich in Hinblick auf kleinere, kompaktere Bauweisen und die Lichtbündelung Probleme ergeben. Beispielsweise können, wenn ein sehr kleines Element, z. B. eine auf einem gedruckten Substrat montierte Komponente, bestrahlt werden soll, wenn der minimale Lichtbündelungsdurchmesser groß ist, wie beispielsweise in einer Lichtabstrahlungsvorrichtung, in der die LED direkt montiert ist, auch nutzlose Stellen bestrahlt werden, so daß keine effiziente Beleuchtung realisiert wird.

[0044] Daher wurde das herkömmliche Konzept, zur Bewegung der Lichtabstrahlungsvorrichtung die Flexibilität und freien Verlängerbarkeit von Lichtleitfasern zu nutzen, verworfen und statt dessen, um die sich aus dem leichten Gewicht und der Kompaktheit von LED-Lichtquellenanordnungen ergebenden Vorteile zu nutzen und zugleich die oben beschriebenen Probleme zu eliminieren, ein Bestrahlungssystem für Prüfzwecke bevorzugt, das eine auf einem beweglichen Halterungskörper gehaltene Lichtabstrahlungsvorrichtung mit einer Lichtbestrahlungsöffnung zur Bestrahlung des zu bestrahlenden Objektes bzw. eines Teilbereichs dieses Objektes, einer an dem vorbezeichneten Halterungskörper montierten LED-Lichtquellenanordnung, die bei Versorgung mit elektrischem Strom von einer getrennt von dem vorbezeichneten Halterungskörper vorgesehenen Stromquelle über ein Stromkabel Licht emittiert, und eine oder mehrere flexible Lichtleitfasern umfaßt, die extern verlaufend das Licht von der LED-Lichtquellenanordnung zur am Abstrahlungskopf der Abstrahlungsvorrichtung vorgesehenen Lichtbestrahlungsöffnung leiten.

[0045] In einer solchen Vorrichtung werden trotz der Anordnung der LED-Lichtquellenanordnung auf dem beweg-

lichen Halterungskörper der Antrieb des beweglichen Halterungskörpers und damit der Lichtabstrahlungsvorrichtung wenig beeinflusst, da LED-Lichtquellen ohne Schwierigkeiten in kompakter und leichter Bauweise ausgeführt werden können.

[0046] Außerdem kann, wenn die Lichtabstrahlungsvorrichtung am beweglichen Halter befestigt ist und durch den Halter gehalten wird, damit sich die relative Positionsbeziehung zwischen der LED-Lichtquellenvorrichtung und der Lichtabstrahlungsvorrichtung nicht ändert, die Belastung der Lichtleitfasern vermindert und verhindert werden, daß die Zuverlässigkeit, die Lebensdauer und ähnliche Eigenschaften beeinträchtigt werden. Natürlich kann die Lichtquellenvorrichtung so konstruiert sein, daß sie sich bezüglich des beweglichen Halterungskörpers leicht oder langsam bewegt, so lange keine Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit, der Lebensdauer oder ähnlicher Eigenschaften der Lichtleitfasern auftreten.

[0047] Außerdem kann, weil die Lichtabstrahlungsvorrichtung mit einer oder mehreren Lichtleitfasern verbunden und von der LED-Lichtquellenvorrichtung getrennt ist, eine wesentliche Verkleinerung der Lichtabstrahlungsvorrichtung erreicht werden, und die Lichtstrahlen können auf ein kleines Areal gebündelt werden. Außerdem kann, weil die Lichtquelle und die Bestrahlungsobjektstelle oder die Bilderaufnahmevorrichtung zum Aufnehmen eines Bildes dieser Bestrahlungsobjektstelle voneinander beabstandet angeordnet werden können, verhindert werden, daß die durch die Lichtquelle erzeugte Wärme die Bestrahlungsobjektstelle oder die Bildaufnahmevorrichtung nachteilig beeinflusst.

[0048] Andererseits kann zur Stromversorgung der LED-Lichtquellenvorrichtung eine in der Vorrichtung angeordnete oder eine der Vorrichtung zugeordnete Batterie verwendet werden, oder alternativ kann der LED-Lichtquellenvorrichtung elektrische Leistung über ein Kabel von einer getrennt vom beweglichen Halter angeordneten Leistungsquelle zugeführt werden. Gemäß der erstgenannten Konstruktion kann eine kabellose Vorrichtung bereitgestellt werden. Gemäß der letztgenannten Konstruktion können, obwohl ein Kabel erforderlich ist, der bewegliche Halterungskörper und die Lichtabstrahlungsvorrichtung im Vergleich zur Belastung, die in einer herkömmlichen Vorrichtung beim Mitziehen und Bewegen der Lichtleitfasern erzeugt wird, mit einer sehr geringen Belastung und darüber hinaus hochgradig zuverlässig angetrieben werden, weil Stromkabel wesentlich flexibler, langlebiger, kostengünstiger und auch hinsichtlich anderer Eigenschaften geeigneter sind als Lichtleitfasern. Als weitere Alternative kann eine Konstruktion in Betracht gezogen werden, gemäß der elektrische Leistung von der Bildaufnahmevorrichtung zugeführt wird.

[0049] Außerdem können, indem die Lichtquellenvorrichtung in der Nähe des Strahlungsauslasses angeordnet wird, die Lichtleitfasern kurz (z. B. 1 m oder weniger) und leichtgewichtiger ausgeführt werden. Wenn die Vorrichtung so konstruiert ist, kann die Lichtabstrahlungsvorrichtung auch dann ohne übermäßigen Aufwand angetrieben werden, wenn die Lichtabstrahlungsvorrichtung durch den beweglichen Halterungskörper beweglich gehalten wird. In diesem Fall wird die Lichtabstrahlungsvorrichtung vorzugsweise so konstruiert, daß sie sich bezüglich des beweglichen Halterungskörpers in einem Bereich, in dem keine Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit, der Lebensdauer oder anderer Eigenschaften der Lichtleitfasern entstehen, geringfügig oder langsam bewegt.

[0050] Um das Lichtbündelungsvermögen zu verbessern, wird die Vorrichtung vorzugsweise so ausgeführt, daß an den vorrichtungsseitigen Enden der Lichtleitfasern Linsen montiert sind.

[0051] Als Beispiel für bevorzugt verwendete Stromkabel werden Roboter Kabel genannt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

5

[0052] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform erfindungsgemäßer Lichtabstrahlungsvorrichtungen in perspektivischer Gesamtansicht;

10

[0053] Fig. 2 zeigt eine Längsschnittansicht bzw. eine Rückansicht einer in dieser Ausführungsform vorgesehenen LED-Lichtquellenvorrichtung;

[0054] Fig. 3 zeigt eine Vorderansicht einer anderen LED-Lichtquellenvorrichtung nach derselben Ausführungsform teilweise im Querschnitt;

15

[0055] Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht dieser anderen LED-Lichtquellenvorrichtung teilweise im Querschnitt;

[0056] Fig. 5 zeigt eine Gesamtansicht einer weiteren Lichtabstrahlungsvorrichtung nach derselben Ausführungsform;

20

[0057] Fig. 6 zeigt eine Längsschnittansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach derselben Ausführungsform;

[0058] Fig. 7 zeigt eine Unteransicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach derselben Ausführungsform;

[0059] Fig. 8 zeigt eine Teil-Querschnittansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach derselben Ausführungsform;

25

[0060] Fig. 9 zeigt eine Endansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach derselben Ausführungsform mit Lichtleitfasern in dicht gebündeltem Zustand;

30

[0061] Fig. 10 zeigt eine Längsschnittansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach einer Modifikation derselben Ausführungsform;

[0062] Fig. 11 zeigt eine Unteransicht der in Fig. 10 gezeigten modifizierten Lichtabstrahlungsvorrichtung;

35

[0063] Fig. 12 zeigt eine Längsschnittansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach einer weiteren Modifikation derselben Ausführungsform;

[0064] Fig. 13 zeigt eine Längsschnittansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach einer weiteren Modifikation derselben Ausführungsform;

40

[0065] Fig. 14 zeigt eine Lateralschnittansicht der in Fig. 13 gezeigten modifizierten Lichtabstrahlungsvorrichtung;

[0066] Fig. 15 zeigt eine Unteransicht der Lichtabstrahlungsvorrichtung in der Modifikation;

45

[0067] Fig. 16 zeigt eine Längsschnittansicht der in Fig. 13 gezeigten modifizierten Lichtabstrahlungsvorrichtung;

[0068] Fig. 17 zeigt eine Teil-Längsschnittansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach einer weiteren Modifikation derselben Ausführungsform;

50

[0069] Fig. 18 zeigt eine Teil-Längsschnittansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung nach einer weiteren Modifikation derselben Ausführungsform;

[0070] Fig. 19 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Lichtquellenvorrichtung nach einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

55

[0071] Fig. 20 zeigt eine schematische Draufsicht zum Darstellen der inneren Struktur der in Fig. 19 gezeigten Lichtquellenvorrichtung;

[0072] Fig. 21 zeigt eine Querschnittansicht zum Darstellen wichtiger Komponenten der inneren Struktur der in Fig. 19 gezeigten Lichtquellenvorrichtung;

60

[0073] Fig. 22 zeigt ein Steuerungsblockdiagramm für Vorrichtungen gemäß dieser zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0074] Fig. 23 zeigt eine Vorderansicht eines Substrats mit darauf angeordneten Leuchtdioden nach dieser Ausführungsform;

65

[0075] Fig. 24 zeigt jeweils Vorderansichten dreier Typen

von rohrförmigen Elementen a, b und c in der Ausführungsform;

[0076] Fig. 25 zeigt eine perspektivische Ansicht eines in dieser Ausführungsform verwendeten Adapters;

[0077] Figur. 26 zeigt eine in dieser Ausführungsform vorgesehene kleinformatige Lichtquellenvorrichtung, wobei Fig. 26A eine Querschnittansicht zum Darstellen ihrer inneren Struktur und Fig. 26B eine Querschnittansicht entlang der Linie II-II in Fig. 26A darstellen;

[0078] Fig. 27 zeigt eine kleinformatige Lichtquellenvorrichtung, die der in den Fig. 26A und 26B dargestellten Lichtquellenvorrichtung ähnlich, jedoch etwas größer ist, wobei Fig. 27A eine Querschnittansicht zum Darstellen ihrer inneren Struktur und Fig. 27B eine Querschnittansicht entlang der Linie II-II in Fig. 27A darstellen;

[0079] Fig. 28 zeigt eine kleine Lichtquellenvorrichtung gemäß einer Modifikation der Ausführungsform, wobei Fig. 28A eine Querschnittansicht zum Darstellen ihrer inneren Struktur und

[0080] Fig. 28B eine Rückansicht davon darstellen;

[0081] Fig. 29 zeigt die in Fig. 28 dargestellte, kleine Lichtquellenvorrichtung mit einem an ihrem vorderen Ende angeordneten Abdeckelement, wobei Fig. 29A eine Seitenansicht davon und Fig. 29B eine Unteransicht wesentlicher Komponenten davon darstellen;

[0082] Fig. 30 zeigt eine Querschnittansicht einer weiteren kleinen Lichtquellenvorrichtung zum Darstellen eines Zustands, in dem die in den Fig. 29A und 29B dargestellte Lichtquellenvorrichtung innen in ein Abdeckelement integriert ist;

[0083] Fig. 31 zeigt eine Querschnittansicht der Struktur wesentlicher Komponenten einer Lichtquellenvorrichtung gemäß einer weiteren Modifikation derselben Ausführungsform;

[0084] Fig. 32 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht der in Fig. 31 dargestellten Lichtquellenvorrichtung;

[0085] Fig. 33 zeigt eine Vorderansicht des konkreten Aufbaus eines Lichtbündelungselements der in Fig. 31 dargestellten Vorrichtung;

[0086] Fig. 34 zeigt eine Seitenansicht des konkreten Aufbaus eines Lichtbündelungselements nach einer weiteren Modifikation derselben Ausführungsform;

[0087] Fig. 35 zeigt eine weitere kleinformatige Lichtquellenvorrichtung, in der das in der Lichtquellenvorrichtung der Fig. 29 bereitgestellte Lichtleitfaserbündel weggelassen ist, wobei Fig. 35A eine Längsschnittansicht und Fig. 35B eine Unteransicht davon darstellen; und

[0088] Fig. 36 zeigt eine Längsschnittansicht einer weiteren kleinformatigen Lichtquellenvorrichtung in einem Zustand, in dem an der in den Fig. 29A und 29B dargestellten Lichtquellenvorrichtung Linsen angeordnet sind.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung

[0089] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0090] In dieser ersten Ausführungsform wird beispielhaft die Verwendung einer Lichtabstrahlungsvorrichtung und einer Lichtquellenvorrichtung als Komponenten des in Fig. 1 gezeigten Produktprüfungssystems besprochen.

[0091] Das Produktprüfungssystem verwendet einen XY-Tisch X1, der ein in zwei horizontale Achsenrichtungen,

d. h. in die X-Achsenrichtung und in die Y-Achsenrichtung, horizontal beweglicher Halterungskörper ist, und weist die folgenden Elemente auf: ein durch den XY-Tisch X1 gehaltenes Lichtleiterrohr X2, eine Bildaufnahmevorrichtung X8 zum Aufnehmen eines Bildes eines ein zu prüfendes Objekt darstellenden Werkstücks XW über das Lichtleiterrohr X2, eine an einer vom XY-Tisch X1 getrennten Position angeordnete Leistungsquelle X3, LED-Lichtquellenvorrichtungen X5A, X5B, denen über ein Roboterkanal X4 elektrische Leistung von der Leistungsquelle X3 zugeführt wird, Lichtabstrahlungsvorrichtungen X6A, X6B mit Strahlungsauslässen X6Aa, X6Ba für Licht, das auf das ein zu beleuchtendes Objekt darstellende Werkstück XW abgestrahlt wird, wobei die Lichtabstrahlungsvorrichtungen auf dem Lichtleiterrohr X2 montiert sind, und Lichtleitfaserbündel X7A, X7B als Lichtleiter, die dazu vorgesehen sind, Licht von den LED-Lichtquellenvorrichtungen X5A, X5B zu den Lichtabstrahlungsvorrichtungen X6A, X6B zu leiten. Durch Zuführen des von den Strahlungsauslässen X6Aa, X6Ba emittierten Lichts zur Bestrahlungsobjektstelle (zu prüfenden Stelle) des durch eine Transportvorrichtung (nicht dargestellt) transportierten Werkstücks XW wird das Erscheinungsbild des Werkstücks durch die Bildaufnahmevorrichtung X8 in einem Prüfungsvorgang beurteilt.

[0092] Nachstehend werden die verschiedenen Abschnitte beschrieben.

[0093] Wie in Fig. 1 gezeigt, ist der XY-Tisch X1 so konstruiert, daß er einen X-Tisch X11 aufweist, der in der X-Achsenrichtung durch eine Fixiereinrichtung XK horizontal verschiebbar gehalten wird, die beispielsweise auf der Transportvorrichtung, einem Boden oder einer ähnlichen Struktur angeordnet ist, und einen Y-Tisch X12, der durch den X-Tisch X11 in der Y-Richtung horizontal verschiebbar gehalten wird, so daß die Position des Y-Tisches X12 in der Waagerechten in zwei Dimensionen frei einstellbar ist. Die Tische X11 und X12 werden beispielsweise durch einen Antriebsmechanismus angetrieben, z. B. durch einen Schrittmotor (nicht dargestellt), so daß ihre Position automatisch oder ferngesteuert einstellbar ist.

[0094] Gemäß Fig. 1 hat das Lichtleiterrohr X2 die Form eines sich vertikal erstreckenden Rohrs, das durch eine Klammer XB am XY-Tisch X1, genauer am Y-Tisch X12, fixiert ist. Im Inneren des Lichtleiterrohrs X2 sind optische Komponenten angeordnet, z. B. ein halbdurchlässiger Spiegel und Linsen (nicht dargestellt). Der XY-Tisch X1 wird so angetrieben, daß das Lichtleiterrohr X2 so bewegt wird, daß die Mittelachse des Lichtleiterrohrs X2 zur Bestrahlungsobjektstelle und damit auf das Werkstück XW ausgerichtet ist.

[0095] Die Bildaufnahmevorrichtung X8 ist beispielsweise eine CCD-Kamera und am oberen Ende des Lichtleiterrohrs X2 so befestigt, daß ihre Bildaufnahmefläche nach unten ausgerichtet ist.

[0096] Die Leistungsquelle X3 ist eine Gleichstrom-Leistungsquelle zum Zuführen elektrischer Leistung zu den LED-Lichtquellenvorrichtungen X5A, X5B und an einer vom XY-Tisch X1 beabstandeten, vorgegebenen Position angeordnet. Das sich von der Leistungsquelle X3 erstreckende Roboterkanal X4 wird durch einen balgähnlichen Kabelhalter X41 zu den LED-Lichtquellenvorrichtungen X5A, X5B geführt. In Fig. 1 ist der Kabelhalter X41 mit einem Ende am X-Tisch X11, und mit seinem anderen Ende am Y-Tisch X12 montiert, und dient dazu, zu verhindern, daß das Kabel X4 sich durch die Bewegung des Y-Tisches X12 bezüglich des X-Tisches X11 verwindet oder verheddert. Natürlich kann zwischen der Fixiereinrichtung XK und dem X-Tisch X11 ein weiterer Kabelhalter angeordnet sein.

[0097] In dieser Ausführungsform sind beispielsweise zwei Typen von LED-Lichtquellenvorrichtungen X5A, X5B

vorgesehen.

[0098] Einer der beiden Typen (X5A) weist eine in einem Gehäuse X53 angeordnete Leistungs-LED X52 auf, und der andere Typ (X5B) weist mehrere im Gehäuse X53 angeordnete Leistungs-LEDs X52 mit verschiedenen Farben (d. h. drei Farben R, G, B) auf.

[0099] In detaillierterer Sicht weist die LED-Lichtquellenvorrichtung X5A, wie in Fig. 2 gezeigt, ein Gehäuse X53, das eine auf einem Substrat X51 angeordnete LED X52 und einen Linsenmechanismus X54 zum Bündeln der von dieser LED X52 emittierten Lichtstrahlen auf einen vorgegebenen Lichtbündelungsbereich X54a enthält und an welches ein an das Lichteinkopplungsende des Lichtleitfaserbündels X7A montierter Lichteingangsverbinder X71 angeschlossen ist; zugleich ist ein Lichtausgangsverbinder X55 vorgesehen, der die Lichteinkopplungsfläche des Lichtleitfaserbündels X7A am Lichtbündelungsbereich X54a positioniert.

[0100] Das Gehäuse X53 ist ein Metallgehäuse mit einer Außenwand und einem hohlen Innenraum, und ein Kühlrippenelement XFin ist auf der Außenwand integriert, um die durch die LED X52 erzeugte Wärme abzuleiten.

[0101] Die LED X52 ist ein oberflächenlichtemittierender Bare-Chip, und ein von der Seitenplatte X531 ausgehendes elektrisches Kabel X4 ist mit dem Substrat X51 verbunden, das diese LED X52 hält. Hierbei ist die Seitenplatte X531 so konstruiert, daß sie ausgewechselt werden kann, indem sie zusammen mit dem Substrat X51 und der LED X52 demonstriert wird.

[0102] Der Linsenmechanismus X54 weist ein in Serie angeordnetes Linsenpaar X541 und X542 auf und ist zwischen der LED X52 und dem Lichtausgangsverbinder X55 angeordnet. Die von der LED X52 emittierten Lichtstrahlen werden durch die auf der Seite der LED X52 angeordnete erste Lichtquellenlinse X541 in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen kollimiert, und die Lichtstrahlen werden durch die zweite Lichtquellenlinse X542 gebündelt. In der vorliegenden Ausführungsform weist die erste Linse X541 eine im wesentlichen konische Form (Kegelform) auf, die sich in der Lichtausbreitungsrichtung nach außen erweitert, und weist eine am Lichteinkopplungsende ausgebildete Vertiefung X541a auf, worin der Strahlungsabschnitt der LED X52 so aufgenommen ist, das er tiefer in die Linse eingedrückt ist als deren konische Außenfläche. Innerhalb eines vorgegebenen Winkels emittierte Lichtstrahlen der von der LED X52 emittierten Lichtstrahlen werden durch einen im Inneren der ersten Lichtquellenlinse angeordneten Brechungs-/Kollimierabschnitt gebrochen und im wesentlichen parallel zur optischen Linsenachse ausgerichtet, während die außerhalb des vorgegebenen Winkels emittierten Lichtstrahlen durch einen auf der Innenfläche angeordneten Reflexions-/Kollimierabschnitt reflektiert und im wesentlichen parallel zur optischen Linsenachse ausgerichtet werden, so daß im wesentlichen alle von der LED X52 emittierten Lichtstrahlen in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen kollimiert werden, die sich in Richtung der optischen Linsenachse ausbreiten. Die zweite Lichtquellenlinse X542 ist eine gegenüberliegend angeordnete Konvexlinse, deren optische Linsenachse mit der optischen Linsenachse der ersten Lichtquellenlinse X541 ausgerichtet ist, und ist so konstruiert, daß die im wesentlichen parallelen Lichtstrahlen, die die erste Lichtquellenlinse X541 passiert haben, auf den Lichtbündelungsbereich X54a gebündelt werden.

[0103] Der Lichtausgangsverbinder X55 ist an der Seite des Gehäuses X53 entgegengesetzt zur LED-Seite angeordnet und weist eine Verbinderoöffnung X551 zum Einpassen und Halten des auf einem Ende des Lichtleitfaserbündels X7A montierten Lichteingangsverbinders X71 auf. Durch

den mit dem Lichtausgangsverbinder X55 verbundenen Lichteingangsverbinder X71 wird das Lichteinkopplungsende des Lichtleitfaserbündels X7A am Lichtbündelungsbereich X54a positioniert. Hierbei wird die Lichteinkopplungsfläche des Lichtleitfaserbündels X7A durch Integrieren der Enden der einzelnen Lichtleitfasern X7a, die das Lichtleitfaserbündel X7A bilden, durch Heißschmelzen zu einer Spiegelfläche erhalten, wobei die Lichteinkopplungsfläche so konstruiert ist, daß der Durchmesser der durch die zweite Lichtquellenlinse 542 gebündelten Lichtstrahlen im wesentlichen mit der Lichteinkopplungsfläche übereinstimmt, so daß die Lichtstrahlen im wesentlichen gleichmäßig alle Lichtleitfasern X7a eingekoppelt werden.

[0104] Gemäß den Fig. 3 und 4 besteht die weitere erfindungsgemäße LED-Lichtquellenvorrichtung X5B aus drei LEDs X52, die parallel angeordnet sind und denen drei Substrate X51 und drei Linsenmechanismen X54 zugeordnet sind. Die Farben der LEDs X52 können gleich sein, in der vorliegenden Ausführungsform haben die LEDs X52 jedoch verschiedene Farben, z. B. R, G und B. Der Lichtausgangsverbinder X55 hat die gleiche Form wie derjenige der Lichtquellenvorrichtung X5A, und es ist nur ein Lichtausgangsverbinder X55 vorgesehen. Am Lichtbündelungsbereich X54a jedes Linsenmechanismus X54 sind Enden des Bündels innerer Lichtleitfasern 56 dicht gebündelt und jeweils einzeln montiert, und die anderen Enden des Bündels dieser inneren Lichtleitfasern 56 sind integral, zufällig und dicht gebündelt, um sie so am Lichtausgangsverbinder X55 zu montieren. Insbesondere ist im Inneren des Lichtausgangsverbinders X55 dieser Lichtquellenvorrichtung X5B ein Lichtverbindungsmechanismus XCN angeordnet. Der Lichtverbindungsmechanismus XCN ist so konstruiert, daß die von den inneren Lichtleitfaserbündeln 56 emittierten Lichtstrahlen gleichmäßig gemischt und die gleichmäßigen Lichtstrahlen ohne Farbungleichmäßigkeit effizient und verlustfrei in die das äußere Lichtleitfaserbündels X7B bildenden Lichtleitfasern einkoppelt werden.

[0105] Im einzelnen handelt es sich bei dem Lichtverbindungsmechanismus XCN um einen Mechanismus, bei dem Außenumfang, mit Ausnahme der Endflächen von zylindrischen Glaselementen XGL eine Spiegelbeschichtung aufgebracht ist und der in eine Verbinderoöffnung XCS eingesetzt. Die Glaselemente XGL haben im wesentlichen den gleichen Durchmesser wie die Lichtleitfaserbündel X56, X7B und sind derart angeordnet, daß ihre axiale Mitte mit derjenigen der Lichtleitfaserbündel X56, X7B übereinstimmt, und ihre Endflächen in engem Kontakt mit den Endflächen der Lichtleitfaserbündel X56, X7B stehen. Dadurch bildet das Glaselement XGL einen Lichtdurchlaß oder -kanal zum Durchlassen und Mischen der Lichtstrahlen, und der spiegelbeschichtete Abschnitt XCT auf der Außenumfangsfläche dient als Reflexions-/Brechungsabschnitt, der das sich durch das Glaselement XGL ausbreitende Licht nach innen reflektiert, so daß keine Lichtstrahlen entweichen. In einer solchen Lichtquellenvorrichtung X5B mit mehreren LEDs (die nicht auf drei LEDs begrenzt sind), wobei jede der LEDs eine andere Farbe hat, erweist sich diese Struktur zum gleichmäßigen Mischen der Lichtstrahlen als besonders effektiv. Natürlich kann der Lichtverbindungsmechanismus XCN alternativ beispielsweise erhalten werden, indem die Spiegelbeschichtung auf der Innenumfangsfläche der Verbinderoöffnung aufgebracht wird, so daß zwischen dem anderen Ende des Lichtleitfaserbündels X56 und dem Eingangsende des Lichteingangsverbinders ein Raum erhalten wird, der vollständig von der Spiegelfläche umschlossen ist; ähnliche Funktionen und Wirkungen können außerdem auch unter Verwendung eines mit einem Überzug versehenen, stab- oder stangenförmigen Glaselements erhalten werden,

das aus zwei Schichten besteht, d. h. aus einer Kern- und einer Überzugsschicht. Hierbei ist die LED-Lichtquellenvorrichtung X5B ebenfalls so konstruiert, daß sie demontierbar und auswechselbar ist, indem sie einfach zusammen mit dem jeweiligen Substrat X51 und der entsprechenden LED X52 herausgezogen wird.

[0106] Von den einzelnenden LED-Lichtquellenvorrichtungen X5A, X5B gehen jeweils ein Lichtleitfaserbündel X7A, X7B aus, die als mit einem Außenbeschichtungsmaterial bedeckte flexible Lichtleiter ausgebildet sind, und nach Durchlaufen des Außenraums an die auf dem Gerätehauptkörper 2 angeordneten Lichtabstrahlungsvorrichtungen X6A, X6B angeschlossen sind. Die Lichtleitfaserbündel X7A, X7B sind mit einer Länge von etwa 30 cm bis 40 cm extrem kurz. Am Basissende des Lichtleitfaserbündels ist der mit dem Lichtausgangsverbinder X55 in Eingriff stehende Lichteingangsverbinder X71 montiert, und an seinem vorderen Ende sind die jeweiligen Lichtabstrahlungsvorrichtungen X6A, X6B angeordnet. Fig. 9 zeigt ein Beispiel für die Lichtleitfaserbündel X7A (X7B), das aus dicht gebündelten Lichtleitfasern X7a hergestellt ist. Der in Fig. 9A dargestellte Leitungsdurchmesser ist kleiner als der in Fig. 9B dargestellte Leitungsdurchmesser.

[0107] Die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A ist so konstruiert, daß sie von der LED-Lichtquellenvorrichtung X5A über das Lichtleitfaserbündel X7A zugeführtes Licht empfängt, um das Licht der Bestrahlungsobjektstelle von ihren Umfangsbereichen her zuzuführen und die Bestrahlungsobjektstelle zu beleuchten, und die Lichtabstrahlungsvorrichtung ist kleinformatig und hat einen Außendurchmesser von etwa 10 mm bis 30 mm. Die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A ist an einem Ende des Lichtleiterrohrs X2 an der Seite der Bestrahlungsobjektstelle angeordnet, d. h. am unteren Ende des Rohrs, und weist, wie in den Fig. 6 bis 8 dargestellt, ein rohrförmiges Gehäuse X6A1 mit einer Beobachtungsöffnung X6H zum Beobachten der Bestrahlungsobjektstelle XW, einen Faserbündelhalterungsabschnitt X6A2, der ein Ende des Lichtleitfaserbündels X7A hält, und einen Abdeckungskörper X6A3 auf, der das Gehäuse X6A1 von seiner Außenseite abdeckt.

[0108] Im einzelnen weist das Gehäuse X6A1 einen rohrförmigen Gehäusehauptkörper X6A11 auf, dessen Innenumfang die Beobachtungsöffnung X6H definiert, und einen ringförmigen Kopfabchnitt X6A12, der an der Außenseite des Gehäusehauptkörpers X6A11 befestigt ist und wie eine Krempe von einem Öffnungsumfang der Beobachtungsöffnung X6H, d. h. von einem Ende auf der Seite der Bestrahlungsobjektstelle, nach außen hervorsteht.

[0109] Am krempeförmigen Abschnitt dieses Kopfabchnitts X6A12 sind mehrere Durchgangsöffnungen XHL in einem gleichmäßigen Abstand entlang der Umfangsrichtung so ausgebildet, daß sie einen vorgegebenen Winkel bezüglich der axialen Linie der Beobachtungsöffnung X6H bilden, so daß die axiale Mittellinie XL durch den Mittelpunkt der Bestrahlungsobjektstelle XW verläuft.

[0110] Wie in Fig. 8 in einer vergrößerten Ansicht dargestellt ist, weist jede Durchgangsöffnung XHL einen Innendurchmesser auf, der dem Außendurchmesser von Kugellinsen X9 gleicht oder im wesentlichen gleicht, und nur ein Ende der Durchgangsöffnungen auf der Seite der Bestrahlungsobjektstelle XW ist so konstruiert, daß es einen etwas kleineren Durchmesser aufweist, so daß es als Linsenhalterungsöffnung dienen kann, in die die Kugellinsen X9 ohne Zwischenraum vom anderen Ende eingesetzt und so gehalten werden können, daß sie nicht zur Seite mit kleinerem Durchmesser gelangen können. Hierbei bilden die bestrahlungsobjektseitigen Auslässe der Durchgangsöffnungen XHL die Lichtstrahlungsauslässe X6Aa. Am anderen Ende

der Durchgangsöffnung XHL ist ein zylindrisches Element XB mit einem Durchmesser, der dem Innendurchmesser der Durchgangsöffnung gleicht oder im wesentlichen gleicht, durch Einpressen oder ein ähnliches Verfahren eingesetzt und dient als Stopper- oder Anschlagenelement mit der Aufgabe, um ein Entweichen der Kugellinsen X9 nach oben hin zu unterbinden. Das zylindrische Element XB ist beispielsweise ein Formteil aus Kunststoff, z. B. aus Polyacetal, und weist eine Faserhalterungsöffnung XB1 entlang seiner Mittellachse auf, so daß die Lichtleitfasern X7a sich durch die Faserhalterungsöffnung XB1 geführt werden können und somit durch die Faserhalterungsöffnung XB1 gehalten werden.

[0111] Eine solche Faserhalterungsöffnung XB1 besteht aus einem Teil XB11 mit großem Durchmesser, der durch Bohren z. B. in eine konische Form von einem Ende davon auf der Seite der Bestrahlungsobjektstelle hergestellt wird, und einem Teil XB12 mit kleinem Durchmesser, dessen Innendurchmesser so ausgebildet ist, daß er dem Außendurchmesser der Lichtleitfasern X7a gleicht oder im wesentlichen gleicht. Das Lichtemissionsende der Lichtleitfasern X7a, das vom anderen Ende zum einen Ende hin in die Faserhalterungsöffnung eingeführt ist, wird unter Verwendung einer heißen Platte oder auf ähnliche Weise geschmolzen, und der geschmolzene Teil X7a1 wird ohne Zwischenraum mit dem Teil XB11 mit großem Durchmesser in Eingriff gebracht. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Faserhalterungsöffnung XB1 so konstruiert, daß die Endfläche des geschmolzenen Teils X7a1 koplanar mit der Endfläche des zylindrischen Elements XB auf der Seite der Bestrahlungsobjektstelle XW angeordnet ist, außerdem ist die Endfläche des geschmolzenen Teils X7a1 in Kontakt mit den Kugellinsen X9 angeordnet.

[0112] D. h., durch eine derartige Konstruktion können die Kugellinsen X9 jeweils in engem Kontakt mit den Lichtemissionsenden der entsprechenden Lichtleitfasern X7a angeordnet werden, und indem die axiale Linie XL jeder Lichtleitfaser X7a am Lichtemissionsende und die optische Achse der Kugellinie X9 so miteinander ausgerichtet werden, daß sie zur Bestrahlungsobjektstelle XW hin ausgerichtet sind, wird die Bestrahlungsobjektstelle XW vom Umgebungsbereich her ausgeleuchtet.

[0113] Der Faserbündelhalterungsabschnitt X6A2 ist so montiert, daß er von der Außenseite des Gehäuses X6A1 hervorsteht und das eine Ende des Lichtleitfaserbündels X7A hält, wie vorstehend beschrieben. Die Lichtleitfasern X7a verbleiben bis zum Faserbündelhalterungsabschnitt X6A2 bündelförmig, und von dort trennen sie sich voneinander, so daß die Lichtemissionsenden der Fasern durch einen entsprechenden Faserhalterungsabschnitt XB1 gehalten werden. Hierbei ist ein Verbinder X71 am anderen Ende des Lichtleitfaserbündels X7A so montiert, daß das von der LED-Lichtquellenvorrichtung X5A emittierte Licht in den Verbinder eingekoppelt wird.

[0114] Der Abdeckungskörper X6A3 ist rohrförmig ausgebildet und am Gehäuse X6A1 so montiert, daß ein Hohlraum X5 zwischen dem Abdeckungskörper X6A3 und der Außenumfangsfläche am unteren Ende des Gehäuses X6A1 gebildet wird. Die Lichtleitfasern X7a sind in diesem Hohlraum X5 aufgenommen und werden durch diesen geschützt.

[0115] Andererseits hat die andere Lichtabstrahlungsvorrichtung X6B eine längliche, rohrförmige Form, die, wie in Fig. 5 dargestellt, die vorderen Enden des sich von der anderen LED-Lichtquellenvorrichtung X5B erstreckenden Lichtleitfaserbündels X7B dicht bündelt, so daß Licht von den dicht gebündelten vorderen Endflächen über einen am vorderen Ende der Lichtabstrahlungsvorrichtung X6B angeordneten, kreisförmigen Strahlungsauslaß X6Ba emittiert

werden kann. Gemäß Fig. 1 ist die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6B am oberen Ende des Lichtleiterrohrs X2 so angeordnet, daß ihr Strahlungsauslaß X6Ba senkrecht zur axialen Richtung des Lichtleiterrohrs X2 ausgerichtet ist. Das vom Strahlungsauslaß X6Ba austretende Licht wird durch ein optisches Element, z. B. einen im Inneren des Lichtleiterrohrs X2 angeordneten halbdurchlässigen Spiegel, reflektiert/gebrochen, breitet sich entlang der axialen Richtung des Lichtleiterrohrs X2 nach unten aus und wird durch eine Öffnung am unteren Ende des Gehäuses X6A1 emittiert, so daß die Bestrahlungsobjektstelle XW von oben beleuchtet wird.

[0116] Das vorliegende System mit der vorstehend beschriebenen Konstruktion funktioniert folgendermaßen.

[0117] Zunächst wird, wenn ein Werkstück, z. B. eine Leiterplatte, durch eine Transportvorrichtung angeliefert wird, z. B. eine Paß- oder Ausrichtungsmarkierung des Werkstücks durch die Bildaufnahmevorrichtung X8 aufgenommen und durch einen Bilderkennungsabschnitt (nicht dargestellt) erkannt, um die Positionsinformation der Paß- oder Ausrichtungsmarkierung zu berechnen. Dann wird unter Verwendung dieser Positionsinformation der XY-Tisch X1 automatisch so gesteuert, daß das Lichtleiterrohr X2 unmittelbar über der Bestrahlungsobjektstelle XW des Werkstücks angeordnet ist. Dadurch wird die Bestrahlungsobjektstelle XW vom Umgebungsbereich und unmittelbar von oben durch das von der Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A, X6B abgestrahlte Licht beleuchtet, so daß durch die Bildaufnahmevorrichtung X8 ein Bild der Bestrahlungsobjektstelle XW erhalten wird. Hierbei wird durch eine derartige Steuerung der Position des XY-Tisches X1 die Positionsinformation des Werkstücks erhalten. Diese Positionsinformation kann in späteren Schritten verwendet werden, so daß die vorliegende Vorrichtung auch als Vorrichtung zum Bestimmen der Position eines Werkstücks verwendbar ist. Darüber hinaus kann die vorliegende Vorrichtung auch zum Lesen eines Strichcodes oder für ähnliche Zwecke verwendet werden.

[0118] Daher wird in der Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A der vorliegenden Ausführungsform das von jeder der Lichtleitfasern X7a emittierte Licht durch die Kugellinsen, die den optischen Fasern X7a eins zu eins zugeordnet sind, so gerichtet gebrochen, daß der Lichtbündelungsbereich an der Bestrahlungsobjektstelle XW leicht verkleinert werden kann. Außerdem wird, weil die Kugellinsen X9 in der Nähe des Lichtemissionsendes der Lichtleitfasern X7a angeordnet sind, nahezu das gesamte von den Lichtleitfasern emittierte Licht verlustfrei gebrochen und kann mit einem sehr hohen Wirkungsgrad zur Bestrahlungsobjektstelle XW abgestrahlt werden.

[0119] Außerdem kann unter Verwendung der Lichtquellenvorrichtung X5A, X5B der vorliegenden Ausführungsform, weil nahezu alle von der LED X52 emittierten Lichtstrahlen durch den Brechungs-/Kollimierabschnitt und den Reflexions-/Kollimierabschnitt durch Bereitstellen eines Paares Lichtquellenlinsen X541 und X542 und insbesondere durch Bereitstellen einer Vertiefung X541a in der Linse X541 auf der Seite der LED X52 zum Aufnehmen der Strahlungsfläche der LED X52 auf einmal in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen kollimiert werden, erreicht werden, daß der Lichtbündelungsbereich durch die letzte Lichtbündelung so klein wie möglich wird. Andererseits wird z. B. durch die vorstehend beschriebene Lichtquellenvorrichtung X5A, X5B hinsichtlich der Tatsache, daß das in das Licht-einkopplungsende der Lichtleitfaser X7a eingekoppelte Licht vom Emissionsende mit einem dem Eintrittswinkel des Lichts entsprechenden Winkel emittiert wird, ermöglicht, daß die Lichteintrittswinkel an jeder Lichtleitfaser

X7a durch eine geeignete Einstellung der zweiten Lichtquellenlinsen 542 auf einmal eingestellt werden können. Dadurch können insbesondere in einer Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A, in der eine Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen den Lichtleitfasern X7a und den Kugellinsen X9 gegeben ist, wie in der vorliegenden Ausführungsform, leicht Einstellungen vorgenommen werden, um einen Emissionswinkel bereitzustellen, der für die Lichtbündelung und einen Lichtbündelungsbereich bevorzugt ist, ohne daß die Linsen X9 einzeln eingestellt werden müssen.

[0120] Außerdem überlagern sich, wenn die Lichtabstrahlungsvorrichtungen X6A, X6B mit den Lichtquellenvorrichtungen X5A, X5B kombiniert werden, deren Charakteristiken, so daß ein Systemkonstruktion realisiert werden kann, die die Anforderungen hinsichtlich einer präzisen Prüfung bezüglich einer sehr kleinen Stelle, z. B. eines Halbleiterchips oder eines Lötstellenabschnitts des Halbleiterchips auf einem gedruckten Substrat, erfüllt.

[0121] Andererseits hat, wenn das System insgesamt betrachtet wird, weil das Gewicht der LED-Lichtquellenvorrichtung X5A, X5B leicht reduziert und die LED-Lichtquellenvorrichtung leicht kompaktifiziert werden kann, obwohl die LED-Lichtquellenvorrichtung X5A, X5B auf dem XY-Tisch X1 montiert ist, die Lichtquellenvorrichtung kaum einen Einfluß auf den Antrieb des XY-Tisches X1 und damit auf die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A, X6B.

[0122] Außerdem bewegt sich, auch wenn die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A, X6B sich häufig bewegt, um sich der jeweiligen Werkstückposition anzupassen, nur das Stromkabel X4, und die relative Positionsbeziehung zwischen der LED-Lichtquellenvorrichtung X5A, X5B und der Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A, X6B ändert sich prinzipiell nicht, so daß das Lichtleitfaserbündel X7A, X7B nicht verformt wird. Weil das elektrische Kabel X4 hinsichtlich der Flexibilität, der Haltbarkeit und der Kosten wesentlich vorteilhafter ist als die Lichtleitfaser X7a, können der XY-Tisch X1 und die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A, X6B im Vergleich zur Belastung, die im herkömmlichen System aufgrund des Mitziehens der Lichtleitfasern auftritt, mit einer viel geringeren Belastung angetrieben werden, so daß das System eine hohe Lebensdauer hat und hochgradig zuverlässig ist. Außerdem wird das durch die Bewegung des Lichtleitfaserbündels X7A, X7B verursachte Brechen der Lichtleitfasern verhindert, weshalb selbstverständlich auch hieraus resultierende nachteilige Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit, die Lebensdauer oder dergleichen eliminiert werden können.

[0123] Die vorliegende Erfindung ist nicht ausschließlich auf die vorstehend beschriebene Ausführungsform beschränkt, sondern es können verschiedenartige Modifikationen vorgenommen werden. Nachstehend wird hauptsächlich eine Modifikation der Lichtabstrahlungsvorrichtung beschrieben, und bei der Beschreibung und in den Figuren werden Teile, die denjenigen der vorstehend beschriebenen Ausführungsform entsprechen, mit den selben Bezugszeichen bezeichnet.

[0124] Die Fig. 10 und 11 zeigen eine Lichtabstrahlungsvorrichtung X6, bei der auf einer konkaven, sphärischen Oberfläche Strahlungsauslässe X6a ausgebildet sind. Die Strahlungsauslässe X6a sind auf einer konkaven, sphärischen Oberfläche dicht nebeneinander angeordnet, und jeder Strahlungsauslaß X6a ist über eine Kugellinse X9 gegenüberliegend einem vorderen Ende einer zugeordneten Lichtleitfaser X7a angeordnet. Die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6 weist mehrere (drei) Lichtauslaßverbinder X71 auf, denen mehrere (drei) Lichtleitfaserbündel X7A zugeordnet sind. Anders als in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind die Lichtleitfasern X7a jedes Lichtleitfaser-

bündels X7A einer unteren Stufe, einer mittleren Stufe und einer oberen Stufe zugeordnet, so daß das System ähnlich wie ein Farbmalkier verwendet werden kann. In der Mitte ist eine sich nach oben und unten erstreckende Durchgangsöffnung auf die gleiche Weise angeordnet wie in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform, und das Werkstück XW wird durch diese Durchgangsöffnung geprüft. Hierbei kann jedes der Lichtleitfaserbündel X7A in der Lichtabstrahlungsvorrichtung X6 zufällig zusammengesetzt sein. [0125] Fig. 12 zeigt eine Lichtabstrahlungsvorrichtung X6, in der der Abstand zwischen dem vorderen Ende des dicht gebündelten zusammengesetzten Lichtleitfaserbündels X7A und der Kugellinse X9 geändert werden kann. Die Lichtabstrahlungsvorrichtung X6 kann die Brennweite ändern und ist daher für eine Punktbeleuchtung geeignet. Insbesondere haben die Lichtabstrahlungsvorrichtungen eine derartige Struktur, daß durch den wechselseitigen Eingriff zweier rohrförmiger Kopfelemente X6c, X6d und Ändern der Eingriffstiefe unter Verwendung eines Gewindeverschubmechanismus oder eines ähnlichen Mechanismus der Abstand zwischen dem Ende des Lichtleitfaserbündels X7A und der Kugellinse X9 geändert werden kann. Hierbei wird keine Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen den Lichtleitfasern und den Kugellinsen bereitgestellt, wie dies in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform vorgesehen ist, sondern es wird nur eine Kugellinse X9 bereitgestellt. Außerdem werden mehrere Lichtabstrahlungsvorrichtungen X6 bereitgestellt, die von einem Lichteingangsverbinder X71 getrennt angeordnet sind.

[0126] Die in den Fig. 13 bis 15 dargestellten Lichtabstrahlungsvorrichtungen sind für eine Reihen- oder Linienprüfung (line testing) vorgesehen, wobei die einzelnen Lichtleitfasern X7a in einem Zustand gehalten werden, in dem ihre vorderen Enden in einer Reihe oder in mehreren Reihen angeordnet sind. In den Fig. 13 bis 15 wird eine aus zwei Reihen linearer Fresnellinsen X91 bestehende Linsenanordnung zum Bündeln von Licht verwendet; statt der linearen Fresnellinsen kann jedoch auch eine zylinderförmige Linse verwendet werden.

[0127] Fig. 16 zeigt eine auch in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform verwendete ringförmige Lichtabstrahlungsvorrichtung X6. Die Dicke dieser Lichtabstrahlungsvorrichtung X6 ist gering, so daß sie sich zur Verwendung als Lichtabstrahlungsvorrichtung insbesondere in solchen Fällen eignet, in denen der Abstand zwischen dem Werkstück XW und dem Strahlungsauslaß X6a, z. B. wie bei einem Mikroskop, gering ist.

[0128] Fig. 17 zeigt eine Teil-Querschnittsansicht einer Lichtabstrahlungsvorrichtung X6, in der die optische Achse des abgestrahlten Lichts durch die Linse X9 so abgelenkt wird, daß die optische Achse zur Bestrahlungsobjektstelle XW hin ausgerichtet wird, indem die optische Achse der Linse X9 so eingestellt wird, daß sie von der axialen Linie der Lichtleitfaser X7a am Lichtemissionsende versetzt ist. Durch Bereitstellen einer derartigen Struktur muß die axiale Linie der Lichtleitfaser X7a am Lichtemissionsende nicht notwendigerweise so eingestellt sein, daß sie zur Bestrahlungsobjektstelle XW hin ausgerichtet ist. Insbesondere kann die Faserhalterungsöffnung XHL beispielsweise an einer Stelle ausgebildet sein, die bezüglich der Mittelachse des zylindrischen Elements XB versetzt ist.

[0129] Außerdem kann die Vorrichtung gemäß Fig. 18, um das Licht von jeder Linse X9 weiter zu bündeln, so implementiert sein, daß eine einzelne zweite Lichtbündelungslinse (die in Fig. 18 eine Fresnellinse ist, wobei jedoch beliebige Linsen verwendbar sind, z. B. Konvexlinsen) X75 mit einer in der Mitte ausgebildeten Öffnung X75A angeordnet wird. In diesem Fall wandelt die Kugellinse X9 hin-

sichtlich der durch diese zweite Linse X75 bereitgestellten Lichtbündelung das Licht von der Lichtleitfaser X7a vorzugsweise jeweils in im wesentlichen paralleles Licht um.

[0130] Außerdem kann die Lichtquellenvorrichtung in Abhängigkeit vom Verwendungszweck mit dem Gehäuse der vorstehend beschriebenen Lichtabstrahlungsvorrichtung integriert sein, um eine Einheit zu bilden. In diesem Fall wird eine Ausführung bevorzugt, bei welcher die Lichtabstrahlungsvorrichtung und die Lichtquellenvorrichtung durch eine Lichtleitfaser direkt miteinander verbunden sind, wobei diese Lichtleitfaser im Gehäuse angeordnet ist.

[0131] Natürlich können außer bezüglich der Lichtabstrahlungsvorrichtungen auch weitere Modifikationen vorgenommen werden. Im folgenden werden verschiedene Modifikationen der Lichtquellenvorrichtungen hauptsächlich bezüglich der zweiten Ausführungsform beschrieben.

[0132] Beispielsweise kann durch Anordnen der LED-Lichtquellenvorrichtung in der Nähe des Strahlungsauslasses die Lichtleitfaser kürzer und leichtgewichtiger ausgeführt werden, so daß die Lichtabstrahlungsvorrichtung auch dann zuverlässig angetrieben werden kann, wenn die Lichtquellenvorrichtung auf dem XY-Tisch beweglich gehalten wird. In diesem Fall wird die Konstruktion der Lichtabstrahlungsvorrichtung vorzugsweise so gewählt, daß sich die Lichtabstrahlungsvorrichtung bezüglich des XY-Tisches in einem Bereich geringfügig oder langsam bewegt, in dem keine Probleme hinsichtlich der Zuverlässigkeit, der Haltbarkeit oder ähnlicher Eigenschaften der Lichtleitfaser auftreten.

[0133] Außerdem kann die Vorrichtung anstatt mit einem Lichtleitfaserbündel mit einer einzelnen Lichtleitfaser konstruiert sein. In der LED-Lichtquellenvorrichtung kann eine Batterie als Leistungsquelle integriert sein, oder die Batterie kann an der LED-Lichtquellenvorrichtung befestigt sein. Durch Bereitstellen einer derartigen Struktur kann die Vorrichtung als kabel- oder schnurlose Vorrichtung bereitgestellt werden. Außerdem kann der LED-Lichtquellenvorrichtung die elektrische Leistung von einem anderen zu der vorliegenden Lichtabstrahlungsvorrichtung gehörenden Mechanismus bzw. einer anderen zu der vorliegenden Lichtabstrahlungsvorrichtung gehörenden Einrichtung zugeführt werden, z. B. von der Bildaufnahmeverrichtung oder dem Antriebsmechanismus des XY-Tisches.

[0134] Außerdem ist der bewegliche Halterungskörper nicht auf einen XY-Tisch beschränkt, sondern es können verschiedenartige Halterungseinrichtungen verwendet werden, z. B. Halter, bei denen die Position dreidimensional einstellbar ist.

[0135] Wenn unter Verwendung von LEDs mehrerer Farben (drei Farben) eine Vollfarbenbeleuchtung implementiert werden soll, wird eine Ausführung bevorzugt, bei der die jeweils Licht einer Farbe emittierenden Lichtleitfasern ohne Abweichung auf der Seite der Lichtabstrahlungsvorrichtung X6A, X6b angeordnet sind.

Zweite Ausführungsform

[0136] In einer zweiten Ausführungsform werden hauptsächlich verschiedene lichtquellenvorrichtungsseitige Bauweisen beschrieben. Die in der folgenden Beschreibung verwendeten Bezugszeichen stehen nicht mit der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform in Beziehung.

[0137] Die Fig. 19 und 20 zeigen eine erfindungsgemäße Lichtquellenvorrichtung. Diese Lichtquellenvorrichtung weist auf: mehrere Bare-Chips 2, die chipförmige Leuchtdioden als Leuchtkörper konstituieren, die auf einem im allgemeinen rechteckigen (oder kreisförmigen) Substrat K so montiert sind, daß ihre Strahlungsfläche nach vorne ausge-

richtet ist, eine in bezug auf die Leuchtdioden strahlungsseitig angeordnete Linsenordnung 3 als erste Lichtquellenlinse zum Kollimieren des von den Leuchtdioden abgestrahlten Lichts in im wesentlichen paralleles Licht, eine Fresnellinse 5 als zweite Lichtquellenlinse zum Bündeln des Lichts von der Linsenordnung 3 und zum Einkoppeln des gebündelten Lichts in das Leiteinkopplungsende 4A eines als Leitelement dienenden Leiteitfaserbündels (auch als Leiteiter bezeichnet) 4, das aus mehreren gebündelten Leiteitfasern besteht, und ein Kühlmittel 6 zum Kühlen der Rückseite des Substrats K, wobei die vorgenannten Komponenten in einem Gehäuse 7 angeordnet sind.

[0138] Das Substrat K ist ein GLA-EPO-Substrat oder ein ähnliches Substrat und besteht aus zwei Lagen, d. h. aus einer an der Unterseite angeordneten Basissubstratlage 1 und einer darauf angeordneten oberen Substratlage 17, die mit der Basissubstratlage integriert ist und in der konische Öffnungen 17a ausgebildet sind. Alternativ kann das Substrat K nur aus der Basissubstratlage 1 ohne eine obere Substratlage 17 bestehen. Der Teil der oberen Substratlage 17, in dem die konischen Öffnungen 17a ausgebildet sind, wird als Reflektor bezeichnet. Durch Bereitstellen des Reflektors 17a kann das nach links und rechts gestreute Licht des vom Bare-Chip 2 emittierten Lichts durch den Reflektor 17a vorteilhaft reflektiert und nach vorne ausgerichtet werden; der Reflektor 17a kann jedoch auch weggelassen werden.

[0139] Die Lichtquelle eignet sich zum Prüfen eines Produkts oder eines ähnlichen Gegenstandes hauptsächlich zum Einsatz in Fabriken oder Prüfräumen, sie kann jedoch auch für andere Zwecke verwendet werden. Außerdem kann die Anzahl der das Leiteitfaserbündel 4 bildenden Leiteitfasern beliebig sein, es müssen lediglich mehrere Leiteitfasern vorgesehen sein. Außerdem kann die Linsenordnung 3, obwohl die Anzahl der Linsenabschnitte 3A der Linsenordnung 3 der Anzahl von Bare-Chips 2 jeder ihm zugeordneten Leuchtdiode entspricht, eine beliebige Struktur aufweisen, so lange die Linsenordnung 3 das Licht von den Bare-Chips 2 der Leuchtdioden in im wesentlichen paralleles Licht umwandeln kann. Bezugszeichen 4B in Fig. 19 bezeichnet ein Lichtemissionsende, und das von diesem Lichtemissionsende abgestrahlte Licht wird für einen Prüfungsvorgang auf ein zu prüfendes Objekt aufgestrahlt. Beispielsweise kann die Lichtquellenanordnung implementiert werden durch Bereitstellen einer Kamera (nicht dargestellt) zum Aufnehmen eines Bildes von vom zu prüfenden Objekt reflektiertem Licht oder von durch das zu prüfende Objekt transmittiertem Licht und durch Bereitstellen einer Aktivierungssteuerung (nicht dargestellt) zum Aktivieren der Leuchtdioden zu dem Zeitpunkt, wenn der Verschluss der Kamera geöffnet wird, oder zu einem Zeitpunkt bevor der Verschluss geöffnet wird, und zum Deaktivieren der Leuchtdioden, wenn eine vorgegebene Zeitdauer verstrichen ist, nachdem der Kameraverschluss geschlossen wurde. Bezugszeichen 24 in Fig. 19 bezeichnet einen Lichtregulierungsknopf, und Bezugszeichen 25 bezeichnet einen Netzschalter zum Ein- und Ausschalten der Leistung.

[0140] Gemäß den Fig. 20, 21 und 23 sind die Bare-Chips 2 der Leuchtdioden direkt an einer von den Außenumfangsbereichen verschiedenen Stelle der oberen Substratlage 17 des Substrats K, d. h. auf der Basissubstratlage 1, so montiert, daß sie den mehreren konischen Öffnungen 17a in einer vorgegebenen Reihenfolge zugeordnet sind, d. h. in der Reihenfolge von Bare-Chips 2A roter Leuchtdioden, Bare-Chips 2B grüner Leuchtdioden und Bare-Chips 2C blauer Leuchtdioden (von oben betrachtet), wobei 18 Chips in Querrichtung in gleichem Abstand angeordnet sind, und anschließend werden die Bare-Chips 2 durch ein transparentes Material (einen Kunststoff, z. B. Epoxidharz oder Silikon,

ein Elastomer, Glas oder ein ähnliches Material) 19 versiegelt, um sie zu schützen. Hierbei werden die Leuchtdioden konfiguriert, indem die Bare-Chips auf der Basissubstratschicht 1 in Zuordnung zu den mehreren konischen Öffnungen 17a der oberen Substratschicht 17 des Substrats K montiert werden; sie können jedoch auch durch Koppeln mehrerer Leuchtdioden mit einer Öffnung mit einem Reflektor oder alternativ ohne Reflektor konfiguriert werden. Außerdem kann der Reflexionsgrad durch eine Behandlung, z. B. Plattieren, der Oberfläche der oberen Substratschicht 17 oder Beschichten der Oberfläche mit einer reflektierenden Schicht erhöht werden. Außerdem können chipförmige Leuchtdioden durch oberflächenmontierbare Vorrichtungen mit einem über eine Durchgangsöffnung (die weggelassen werden kann) verbundenen Elektrodenpaar (einer Kathode und einer Anode) auf der Vorder- und der Rückseite einer Basis gebildet werden, die aus einem Isolator hergestellt ist, z. B. aus GLA-EPO, oder alternativ können sie chipförmige Leuchtdioden mit einer anderen Konstruktion sein. Durch die Verwendung chipförmiger Leuchtdioden kann die Montagedichte vorteilhaft erhöht werden; in Abhängigkeit von den Umständen oder dem Anwendungszweck können jedoch auch Rundkopf-Leuchtdioden verwendet werden. Bezugszeichen 26 in Fig. 21 bezeichnet einen Draht zum Verbinden der Bare-Chips mit Elektroden (nicht dargestellt).

[0141] Auf den Außenumfangsabschnitten der oberen Substratlage 17 des Substrats K sind mit den Bare-Chips 2A, 2B, 2C der Leuchtdioden verbundene Widerstände 18R, 18G, 18B angeordnet. In dieser Ausführungsform sind, weil das Substrat K durch Integrieren der Basislage 1 und der oberen Substratlage 17 konstruiert ist, die Widerstände 18R, 18G, 18B auf den Außenumfangsabschnitten der oberen Substratlage 17 des Substrats K montiert; wenn die obere Substratlage 17 jedoch nicht vorhanden ist, oder wenn ein separat ausgebildeter und mit kleineren Abmessungen als die Basissubstratlage 1 konstruierter Reflektor verwendet wird, d. h., wenn ein separat ausgebildeter Reflektor eine derartige Größe hat, daß die Bare-Chips 2A, 2B, 2C montiert werden können, werden die Widerstände 18R, 18G, 18B direkt auf den Außenumfangsabschnitten der Basissubstratlage 1 montiert. Außerdem können die Widerstände 18R, 18G, 18B auch anders angeordnet sein als in der dargestellten Anordnung. Außerdem werden, wie in den Zeichnungen dargestellt, indem ein Widerstand für eine vorgegebene Anzahl (in den Zeichnungen vier, es kann jedoch eine beliebige Anzahl verwendet werden) von Bare-Chips bereitgestellt wird, ein Vorteile hinsichtlich der Verkleinerung und des Montageaufwands erzielt; es ist jedoch ausreichend, wenn lediglich ein Widerstand für einen Bare-Chip vorgesehen ist.

[0142] In den Fig. 19 und 20 ist eine Schraube 23 zum Halten des rohrförmigen Elements, in das der einkopplungsseitige Teil 4A des Leiteitfaserbündels 4 eingesetzt werden kann, an der vorderen Fläche des Gehäuses 7 im rohrförmigen Element 20 angeordnet, wobei die Schraube zum Fixieren des rohrförmigen Elements in einem Zustand dient, in dem der Teil des Einkopplungsendes 4A des Leiteitfaserbündels 4 in das rohrförmige Element 20 eingesetzt ist.

[0143] Außerdem kann das rohrförmige Element 20 abweichend von der in Fig. 24A dargestellten Struktur auch so konstruiert sein, daß es einen anderen Innendurchmesser aufweist, wie in den Fig. 24B, 24C dargestellt, und durch Auswahl eines geeigneten dieser drei Typen rohrförmiger Elemente 20, 21, 22 können Leiteitfaserbündel 4 mit verschiedenen Außendurchmessern montiert werden. In den Fig. 24A, 24B und 24C ist, indem drei Typen rohrförmiger Elemente 20, 21, 22 vorgesehen werden, ein Halterungsmit-

tel so konstruiert, daß es in der Lage ist, Lichtleitfaserbündel 4 mit drei verschiedenen Außendurchmessern im Gehäuse 7 zu halten; das Halterungsmittel kann jedoch auch so konstruiert sein, daß es durch ein rohrförmiges Element mit veränderlichem Innendurchmesser konstituiert wird, oder es sind auch andere Konstruktionen geeignet. Außerdem kann eine Konstruktion verwendet werden, gemäß der zwei oder vier oder mehr Lichtleitfaserbündel 4 mit verschiedenen Außendurchmessern montierbar sind.

[0144] Gemäß Fig. 25 können durch Bereitstellen und entsprechendes Auswechseln mehrerer Adapter mit verschiedenen Innendurchmessern, die in der Lage sind, den einkopplungsseitigen Teil 4A des Lichtleitfaserbündels 4 aufzunehmen und die durch eine Schraube am Gehäuse 7 befestigt bzw. vom Gehäuse gelöst werden können, Lichtleitfaserbündel 4 mit verschiedenen Außendurchmessern montiert werden. Insbesondere weist ein Adapter einen rohrförmigen Abschnitt 27 zum Einsetzen des einkopplungsseitigen Teils 4A des Lichtleitfaserbündels 4 und einen rechteckigen Flanschabschnitt 28 mit vier Schraubeneinführöffnungen 28A zum Fixieren oder Lösen des rohrförmigen Abschnitts 27 am bzw. vom Gehäuse 7 auf, indem die Schraube am Mittelabschnitt des rohrförmigen Abschnitts 27 in ein (nicht dargestelltes) Gewindeloch des Gehäuses 7 geschraubt bzw. davon gelöst wird. Außerdem ist gemäß Fig. 25 am Lichteinkopplungsende 4A des Lichtleitfaserbündels 4 eine Umfangsnut 29A etwa an einer Mittenposition in Längsrichtung ausgebildet, und ein rohrförmiger innerer Einführabschnitt 29, der in den rohrförmigen Abschnitt 27 eingesetzt wird, und ein Lichtleiterhalterungsabschnitt 30 werden von der Endseite nacheinander auf der Außenseite fixiert, und, indem ermöglicht wird, daß die Umfangsnut 29A mit einer Kugel (nicht dargestellt) in Eingriff kommen kann, die in einem Zustand angeordnet ist, in dem sie nach innen hervorsteht und durch eine Spiralfeder im rohrförmigen Element 27, das den Adapter bildet, gedrückt wird, kann der innere Einführabschnitt 29 relativ zum rohrförmigen Abschnitt 27 positioniert werden. Bezugszeichen 27A zeigt ein Gewindeloch, mit dem die Schraube 23 in Eingriff kommt, und indem die Schraube 23 mit dem Gewindeloch in Eingriff gebracht wird, kann der innere Einführabschnitt 29 zuverlässig am rohrförmigen Abschnitt 27 fixiert werden.

[0145] Gemäß den Fig. 19 und 20 weist das Kühlmittel 6 folgende Komponenten auf: eine Kühlplatte (die eliminiert sein kann) 9, die über eine wärmeableitende Isoliergummischicht (die ein wärmeableitendes Fett oder ein ähnliches Material sein kann) 8 auf der Rückseite des Substrats K angeordnet ist, die der Seite, auf der die Bare-Chips 2 der Leuchtdioden montiert sind, gegenüberliegt; ein Peltierelement 10 zum Kühlen des Substrats K unter Ausnutzung des Peltiereffekts, so daß Wärme übertragen und ein Temperaturunterschied erzeugt wird, indem ermöglicht wird, daß ein elektrischer Strom durch zwei Halbleiterelemente mit verschiedenen Eigenschaften fließt; ein Kühlrippenelement 11 zum Übertragen und Ableiten der im Peltierelement 10 erzeugten Wärme und einen Lüfter 12 zum Zuführen von Kühlluft zum Kühlrippenelement 11, um die Wärmeableitung zu verbessern. Daher wird die über die wärmeableitende Isoliergummischicht 8 und die Kühlplatte 9 übertragene Wärme durch das Peltierelement 10 gekühlt, während die Wärme, die auf der der Kühlplatte 9 gegenüberliegenden Seite des Peltierelements 10 erzeugt wird, zum Kühlrippenelement 11 übertragen und abgeleitet wird, und die Wärmeableitung des Kühlrippenelements 11 wird durch den Lüfter 12 verbessert.

[0146] Durch die Konstruktion des Kühlers 6 mit dem Peltierelement 10, dem Kühlrippenelement 11 und dem Lüf-

ter 12, wie vorstehend beschrieben, kann das Substrat K mit gutem Wirkungsgrad vorteilhaft gekühlt werden; in Abhängigkeit von der Anzahl der Leuchtdioden 2 oder ähnlichen Parametern kann die Konstruktion jedoch auch derart sein, daß nur das Peltierelement 10 vorgesehen wird, oder alternativ kann die Konstruktion derart sein, daß nur das Kühlrippenelement 11 und der Lüfter 12 vorgesehen werden.

[0147] Gemäß Fig. 22 wird durch Vorsehen eines Temperatursensors 13 zum Erfassen der Temperatur des Substrats K, eines Temperatursetzabschnitts 14 zum Setzen der Temperatur des Substrats K auf eine Soll-Temperatur und eines Temperaturcontrollers 16 als Steuerungsvorrichtung zum Steuern eines Peltierelementstromsteuerungsabschnitts 15, der den elektrischen Strom des Peltierelements 10 so steuert, daß die erfaßte Temperatur des Substrats K mit der durch den Temperatursetzabschnitt 14 gesetzten Soll-Temperatur übereinstimmt oder nahezu übereinstimmt, die Temperatur des Substrats K permanent bei der Soll-Temperatur gehalten.

[0148] Die Fresnellinse 5 ist eine Linse, die die gleiche Form und im wesentlichen die gleiche Größe aufweist wie das Substrat K (vgl. Fig. 19) und eine Außenform, die in eine im wesentlichen quadratische Form geschnitten ist; es kann jedoch auch eine Fresnellinse unverändert in kreisrunden Zustand verwendet werden. Durch Verwendung der Fresnellinse 5 wird eine Verkleinerung und eine Gewichtsreduktion erreicht, außerdem können die Leuchtdioden 2 im Vergleich zu dem Fall, in dem eine normale Konvexlinse (einschließlich einer Verbundlinse) verwendet wird, näher an der Fresnellinse 5 angeordnet werden, so daß der Wirkungsgrad für die Bündelung des Lichts in das Lichteinkopplungsende 4A des Lichtleitfaserbündels 4 erhöht werden kann; es kann jedoch auch eine normale Konvexlinse verwendet werden. Fig. 21 zeigt einen Zustand, indem ein gewisser Abstand zwischen der Fresnellinse 5 und der Linsenanordnung 3 vorgesehen wird; die Linsen können jedoch auch in einem nur geringen Abstand voneinander angeordnet sein oder sogar miteinander in Kontakt stehen. Je größer der Abstand ist, desto weniger Wärme kann von den Leuchtdioden 2 übertragen werden, wodurch Probleme, z. B. Verformungen, effektiv vermieden werden können.

[0149] Gemäß Fig. 23 kann hinsichtlich des Substrats K, indem jeweils 18 Bare-Chips in gleichem Abstand in einer lateralen Richtung auf dem Substrat K in der folgenden Reihenfolge (von oben) montiert werden: Bare-Chips 2A roter Leuchtdioden, Bare-Chips 2B grüner Leuchtdioden und Bare-Chips 2C blauer Leuchtdioden, vorteilhaft geeignet abgeglichenes weißes Licht erhalten werden; es sind jedoch auch andere Anordnungen geeignet. Außerdem können Anordnungen mit Bare-Chips mehrerer Typen von Leuchtdioden verwendet werden, d. h. mit mehr als drei Typen, oder es können Anordnungen mit Bare-Chips monochromatischer Leuchtdioden mit der gleichen Farbe verwendet werden.

[0150] Durch Bereitstellen einer Pulsweitenmodulations-(PWM) Steuerschaltung zum Stabilisieren des Ausgangssignals (Spannung, Strom, Leistung, usw.) durch Steuern der Einschalt- oder EIN-Zeit (Pulsbreite) der Bare-Chips der Leuchtdioden kann die Lichtmenge so gesteuert werden, daß die von allen Leuchtdioden 2 erhaltene Lichtmenge konstant ist.

[0151] Wie vorstehend beschrieben, könnte durch Vorsehen einer konischen Öffnung 17a in der oberen Substratlage 17, die so konstruiert ist, daß sie auch als Substrat K dient, auf der Strahlungsseite der Leuchtdioden 2 das Licht, das herkömmlich nicht gebündelt oder gesammelt werden konnte, vorteilhaft gebündelt oder gesammelt werden, um die Lichtmenge zu erhöhen.

[0152] Gemäß den Fig. 26 bis 28 kann die Lichtquellen-
 vorrichtung eine kleinformatige (handliche) Lichtquellen-
 vorrichtung sein, die bequem transportierbar ist. Nachste-
 hend werden die Fig. 26A und 26B beschrieben. Das Ge-
 häuse 39 weist folgende Komponenten auf: einen Gehäuse-
 hauptkörper 37, der besteht aus einem rohrförmigen Endab-
 schnitt 34 zum Einsetzen und Halten des hinteren Endes ei-
 nes rohrförmigen Halterungsabschnitts 33, in dessen vorder-
 es Ende ein Lichtleitfaserbündel 31 eingesteckt und dort
 mit einer Schraube 32 befestigt werden kann, einem sich
 vom hinteren Ende des ringförmigen Endabschnitts 34 nach
 hinten erstreckenden konischen vorderen Abschnitt 35, des-
 sen Durchmesser zu seinem hinteren Ende hin zunimmt, und
 einem hinteren rohrförmigen Abschnitt 36, der sich vom
 hinteren Ende des vorderen konischen Abschnitts 35 nach
 hinten erstreckt, und einen Deckel 38 zum Schließen der
 sich am hinteren Rand des Gehäusehauptkörpers 37 befin-
 denden Öffnung. Weiterhin weist der Deckel 38 des Gehäu-
 ses 39 ein Kühlrippenelement aus Metall auf, an der Innen-
 fläche des Kühlrippenelements 38 ist ein wärmeleitendes
 Material 40 befestigt, und an der Oberfläche des Materials
 40 ist, diesen kontaktierend, ein Substrat 44 mit mehreren
 darauf montierten Rundkopf-Leuchtdioden der drei Primär-
 farben, d. h. mit vier roten Leuchtdioden 41, vier grünen
 Leuchtdioden 42 und vier blauen Leuchtdioden 43, befestigt.
 Als das Material 40 kann eine Festkörpersubstanz,
 z. B. ein zum Verbessern der Wärmeleitfähigkeit mit einem
 geeigneten Füllmaterial (z. B. Keramikpartikel mit einer gu-
 ten Wärmeleitfähigkeit oder ein ähnliches Material) gefüll-
 tes Silikonelastomerlagenmaterial oder auch gelförmige,
 halbfeste Substanzen oder flüssige Substanzen, z. B. Fett,
 verwendet werden.

[0153] Außerdem kann eine Linsenanordnung 45 vorge-
 sehen sein, die aus einer der Zahl der Leuchtdioden 41, 42, 43
 entsprechenden Anzahl von Linsenabschnitten 45A besteht,
 die vor den Leuchtdioden angeordnet und den Leuchtdioden
 jeweils zugeordnet sind (und dabei eine erste Lichtquellen-
 linse zum Kollimieren des Lichts von den Leuchtdioden in
 im allgemeinen paralleles Licht bilden), und weiters ist vor
 der Linsenanordnung 45 eine als zweite Lichtquellenlinse
 dienende Fresnellinse 46 zum Bündeln des Lichts von der
 Linsenanordnung 45 und zum Einkoppeln des gebündelten
 Lichts in das Lichteinkopplungsende 31A des Lichtleitfaser-
 bündels 31 angeordnet. Außerdem ist ein Ende eines Strom-
 kabels 47 zum Zuführen elektrischer Leistung zu den
 Leuchtdioden 41, 42, 43 mit einer Elektrode (nicht darge-
 stellt) des Substrats 44 verbunden, und das andere Ende des
 Stromkabels erstreckt sich durch eine im Kühlrippenele-
 ment 38 ausgebildete Öffnung nach außen, um es an eine ex-
 terne elektrische Leistungsversorgung anzuschließen.

[0154] Weil die Lichtquellenvorrichtung mit der vorste-
 hend beschriebenen Konstruktion keine Leistungsquelle
 aufweist, kann die Lichtquellenvorrichtung insgesamt klein-
 formatig und leichtgewichtiger konstruiert werden, und au-
 ßerdem braucht hier kein langes Faserbündel (Lichtleiter) 4
 mehr verwendet werden. Dadurch können beim Ziehen langer
 Lichtleitfaserbündel 4 mit dem Zweck, Licht auf ein
 Werkstück aufzustrahlen, entstehende Beschädigungen,
 z. B. ein Bruch, des Lichtleitfaserbündels 4 verhindert wer-
 den. In Fig. 26A ist das vordere Ende des Lichtleitfaserbün-
 dels 31 so eingestellt, daß es mit dem vorderen Ende des
 Halterungsabschnitts 33 bündig ist; es kann jedoch auch so
 eingestellt werden, daß es etwas länger oder etwas kürzer ist
 als das vordere Ende des Halterungsabschnitts 33. Außer-
 dem kann das Lichtleitfaserbündel durch die Schraube 32 fi-
 xiert und gelöst werden, so daß das Lichtleitfaserbündel
 durch ein Lichtleitfaserbündel 31 mit einer anderen Länge
 ersetzt werden kann. Außerdem ist die Länge des Halte-

rungsabschnitts 33 nicht auf die dargestellte Länge be-
 schränkt. Außerdem werden, indem insgesamt zwölf
 Leuchtdioden 41, 42, 43, d. h. vier rote Leuchtdioden 41,
 vier grüne Leuchtdioden 42 und vier blaue Leuchtdioden 43
 auf zwei konzentrischen Kreisen S1, S2 angeordnet werden,
 und die Leuchtdioden so angeordnet werden, daß in der Um-
 fangsrichtung auf jedem der konzentrischen Kreise S1, S2
 benachbarte Leuchtdioden verschiedene Farben aufweisen,
 Leuchtdioden mit der gleichen Farbe nicht an einer Stelle
 angeordnet, sondern verteilt sein. In dieser Ausführungs-
 form sind vier Leuchtdioden auf einem konzentrischen
 Kreis S1 mit einem kleineren Durchmesser angeordnet, und
 acht Leuchtdioden sind auf dem anderen konzentrischen
 Kreis S2 mit einem größeren Durchmesser angeordnet; die
 Anzahl der Leuchtdioden ist jedoch nicht auf diese Zahl be-
 schränkt. In den Zeichnungen sind die Buchstaben R, G, B
 auf der Oberfläche der Leuchtdioden dargestellt, so daß die
 Anordnung der Leuchtdioden 41, 42, 43 auf einen Blick
 deutlich wird.

[0155] Die Fig. 27A und 27B zeigen eine Lichtquellen-
 vorrichtung, in der die Anzahl der mehreren (zwölf) Leucht-
 dioden 41, 42, 43 der in den Fig. 26A und 26B dargestellten
 kleinen Lichtquellenvorrichtung auf vierundzwanzig erhöht
 ist, wobei die Grundkonstruktion die gleiche ist wie in den
 Fig. 27A und 27B, so daß gleiche Elemente durch gleiche
 Bezugszeichen bezeichnet sind und ihre Beschreibung weg-
 gelassen wird. In den Zeichnungen sind die Leuchtdioden
 41, 42, 43 auf vier konzentrischen Kreisen S1, S2, S3, S4 so
 angeordnet, daß in der Umfangsrichtung auf jedem Kreis
 benachbarte Leuchtdioden verschiedene Farbe aufweisen.
 Im einzelnen sind vier Leuchtdioden auf dem konzentri-
 schen Kreis S1 mit dem kleinsten Durchmesser angeordnet,
 acht Leuchtdioden auf dem konzentrischen Kreis S2 mit
 dem nächstgrößeren Durchmesser, vier Leuchtdioden auf
 dem konzentrischen Kreis S3 mit dem nächstgrößeren
 Durchmesser und acht Leuchtdioden auf dem konzentri-
 schen Kreis S4 mit dem nächstgrößeren Durchmesser ange-
 ordnet; die Anordnung ist jedoch nicht auf die in den Zeich-
 nungen dargestellte Anordnung beschränkt, so lange
 Leuchtdioden der gleichen Farbe so verteilt angeordnet
 sind, daß sie sich nicht an einer Stelle konzentrieren.

[0156] Diese kleinformatige (handliche) Lichtquellenvor-
 richtung kann wie in den Fig. 28A und 28B dargestellt kon-
 struiert sein. In diesem Fall weist ein Gehäuse 52 die folgen-
 den Komponenten auf: einen Halterungsabschnitt 48 zum
 Halten des Lichtleitfaserbündels 31, einen vorderen Gehäu-
 seabschnitt 50, der aus einem rohrförmigen Abschnitt 49
 hergestellt ist, der vom hinteren Ende des Halterungsab-
 schnitts 48 so ausgebildet ist, daß er eine stufenförmige
 Struktur aufweist, deren Außenfläche sich in Richtung des
 hinteren Endes nach außen schrittweise erweitert, und einen
 rohrförmigen hinteren Gehäuseabschnitt 51 mit einem vorne
 offenen Bodenabschnitt 51A, der an der Außenseite des vor-
 deren Gehäuseabschnitts 60 angepaßt und befestigt ist und
 an einer Seitenfläche davon ein Kühlrippenelement (das
 auch weggelassen werden kann) aufweist. Ein Substrat 54
 mit einer darauf angeordneten einzelnen Leuchtdiode 53 ist
 durch einen Bolzen 55 an der Innenfläche des Bodenab-
 schnitts 51A des hinteren Gehäuseabschnitts 51 fixiert. Ein
 transparentes Lichtbündelungselement 56 mit einer im we-
 sentlichen konischen Außenform (die etwa die Form eines
 Horns hat) und als erste Lichtquellenlinse zum Kollimieren
 des Lichts von der Leuchtdiode 53 in im wesentlichen paral-
 leles Licht dient, ist vor der Leuchtdiode 53 angeordnet, und
 eine Vertiefung 56A, in der der Strahlungsabschnitt 53A der
 Leuchtdiode aufgenommen ist, ist auf der Rückseite des
 Lichtbündelungselements 56 angeordnet. Außerdem wird
 das vordere Ende des Lichtbündelungselements 56 zwi-

schen dem an der Innenseite des hinteren Gehäuseabschnitts 51 fixierten Befestigungselement 57 und dem Strahlungsabschnitt 53A sandwichartig gehalten. Außerdem ist eine Konvexlinse (die eine Fresnellinse sein kann) 58, die als zweite Lichtquellenlinse zum Bündeln des Lichts vom Lichtbündelungselement 56 dient, um das gebündelte Licht in das Lichteinkopplungsende 31A des Lichtleitfaserbündels 31 einzukoppeln, vor dem Lichtbündelungselement 56 angeordnet. Daher wird Licht, das von der Leuchtdiode 53 unter einem großen Winkel bezüglich der optischen Achse der Leuchtdiode 53 emittiert wird, durch eine auf der Außenumfangsfläche des Lichtbündelungselements 56 angeordnete Lichtreflexionsschicht 56B reflektiert und auf die Konvexlinse 58 gerichtet. Das Bezugszeichen 59 in der Figur bezeichnet ein Stromkabel, dessen Ende in einem Stecker 59A angeordnet ist, der mit der Leistungsquelle verbindbar und von der Leistungsquelle lösbar ist.

[0157] Durch Bereitstellen eines Lüfters (nicht dargestellt) in den in den Fig. 26 bis 28 dargestellten Lichtquellenvorrichtungen kann die Innenwärme nach außen abgeleitet und der Wirkungsgrad erhöht werden. Außerdem wird in den Fig. 26 bis 28 als Lichtleiterelement ein Lichtleitfaserbündel verwendet; es kann jedoch auch eine einzelne zylindrische Lichtleitfaser aus Kristallglas oder einem ähnlichen Material verwendet werden. In diesem Fall kann die Lichtleitfaser sich zum Lichtemissionsende hin verjüngen, um das Licht zu bündeln, wodurch ein intensiverer Lichtstrahl erhalten wird.

[0158] Die in den Fig. 28A und 28B dargestellte kleinformatige Lichtquellenvorrichtung kann auch wie in den Fig. 29A und 29b dargestellt konstruiert sein. Mehrere Lichtleitfasern 31B sind in einem Zustand verbindbar, in dem sie Licht empfangen und abstrahlen können, indem der Halterungsabschnitt 48 der in den Fig. 28A und 28b dargestellten Lichtquellenvorrichtung im Abdeckelement 60 in einem Zustand aufgenommen wird, in dem die oberen Enden der Lichtleitfasern durch ein Band oder ein ähnliches Element gebündelt sind und die anderen Enden der Lichtleitfaserbündel 31 in einer Reihe (es können zwei oder drei Reihen vorgesehen sein) am unteren Ende des Abdeckelements 60 in einem Zustand angeordnet sind, in dem die in einer Kreisform (Ringform) einander benachbart angeordneten Lichtleitfaserbündel ohne Zwischenraum in engem Kontakt miteinander stehen. Dadurch können, wenn beispielsweise das Abdeckelement 60 auf dem vorderen Ende des vorstehend beschriebenen langen Lichtleitfaserbündels (Lichtleiter) 4 montiert und das lange Lichtleitfaserbündel 4 gezogen wird, um Licht auf ein Werkstück zu richten, wie vorstehend beschrieben wurde, Probleme vermieden werden, wie beispielsweise Beschädigungen, z. B. Bruch, des Lichtleitfaserbündels 4, und die Lichtquellenvorrichtung kann vorteilhaft für eine lange Zeitdauer in einem gutem Zustand verwendet werden. Eine Durchgangsöffnung 60A ist durch das dargestellte Abdeckelement 60 ausgebildet, und eine Linse einer Kamera oder einer ähnlichen Vorrichtung, die als Bildaufnahmeeinrichtung dient, kann in diese Durchgangsöffnung 60A eingesetzt werden, um ein Bild des vom vorderen Ende des Lichtleitfaserbündels 31 auf das Werkstück aufgestrahlten und vom Werkstück reflektierten Lichts aufzunehmen, und das aufgenommene Bild kann einer Bildverarbeitung unterzogen werden. Alternativ kann das reflektierte Licht durch die Durchgangsöffnung 60A auch mittels einer Sichtkontrolle beobachtet werden. Bezugszeichen 60B in Fig. 29A bezeichnet einen Vorsprungsabschnitt zum Einpassen und Halten des Halterungsabschnitts 48 im oberen Ende des Abdeckelements 60, und der Vorsprungsabschnitt 60B weist eine Schraube 61 zum Fixieren des eingepaßten (eingesetzten) Halterungsabschnitts 48 auf. Die vorderen Enden

des Lichtleitfaserbündels 31 müssen nicht kreisförmig angeordnet sind, sondern können auch in Form eines Rechtecks, einer Ellipse oder eines Polygons angeordnet sein, so daß das von den vorderen Enden des Lichtleitfaserbündels 31 emittierte ringförmige Licht eine beliebige Form haben kann. Die in den Zeichnungen dargestellte, jedoch nicht beschriebene Konstruktion ist die gleiche wie die vorstehend beschriebene Konstruktion und ist durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0159] Durch Konstruieren der Lichtleitfaserbündels 4 bzw. 31 als aus mehreren verdrehten Lichtleitfasern hergestellte verdrehte Leitung kann eine gut abgegliche (gleichmäßige) weiße Farbe erhalten werden, insbesondere wenn drei Lichtfarben (Rot, Grün, Blau) über das Lichtleitfaserbündel 4 bzw. 31 übertragen werden, was bei der Verwendung von weißem Licht vorteilhaft ist.

[0160] Außerdem kann durch Implementieren der in den Fig. 29A und 29B dargestellten Lichtquelle derart, daß sie in einem in Fig. 30 dargestellten Abdeckelement angeordnet wird, eine Verkleinerung der Lichtquellenvorrichtung erreicht werden. Hierbei stellt das in Fig. 30 dargestellte Lichtleitfaserbündel 31 eine Verlängerung der Lichtleitfasern 31B der in den Fig. 29A und 29B dargestellten Lichtquellenvorrichtung dar. Außerdem wird das in Fig. 30 dargestellte Abdeckelement 60 zum Einsetzen der Lichtquellenvorrichtung in der Praxis als vertikal oder horizontal geteiltes Abdeckelement implementiert, oder dergestalt, daß auf einer Seite eine Wand gelöst werden kann. Eine weitere Verkleinerung der Lichtquellenvorrichtung kann erreicht werden, indem das Gehäuse 52 weggelassen und eine Konstruktion vorgesehen wird, in der allein die Komponenten im Abdeckelement 60 aufgenommen werden, die die Lichtquellenvorrichtung bilden, d. h., die Linse 58, das Lichtbündelungselement 56, die Leuchtdiode 53 und das Lichtleitfaserbündel 31.

[0161] Außerdem kann die in Fig. 19 dargestellte Lichtquellenvorrichtung wie in den Fig. 31 und 32 dargestellt konstruiert sein. In den Fig. 31 und 32 sind mehrere (in den Zeichnungen neun, es kann jedoch eine beliebige Anzahl, mindestens jedoch zwei verwendet werden) in des in Fig. 28 dargestellte Substrat 54 integrierte Leuchtdioden 53 vorgesehen; ferner sind als erste Lichtquellenlinsen dienende transparentes Lichtbündelungselemente 56 mit einer im wesentlichen konischen (hornähnlichen) Form zum Kollimieren des von den Leuchtdioden 53 emittierten Lichts in im wesentlichen paralleles Licht ist auf den Leuchtdioden 53 jeweils strahlungsflächenseitig angeordnet. Als zweite Lichtquellenlinse dienen in dieser Ausführungsform vor den ersten Lichtquellenlinsen 56 angeordnete Konvexlinsen (statt derer auch eine Fresnellinse verwendet werden können) 58, die dazu dient, das Licht vom Lichtbündelungselement 56 zu bündeln und dieses in das Lichteinkopplungsende des Lichtleitfaserbündels (Lichtleiterelements) 62 einzukoppeln, wobei letzteres aus mehreren gebündelten (oder lediglich aus einer) Lichtleitfasern besteht. Die Enden (vorderen Enden) der neun Lichtleitfaserbündel 62 auf der Lichtemissionsseite werden gebündelt, um einen Sammelabschnitt 62S zu bilden (der auch als "ungeordneter Abschnitt" bezeichnet werden kann, weil die Lichtleitfaserbündel auf zufällige oder ungeordnete Weise montiert werden, um keine Lichtstelligkeitsunterschiede aufgrund von Helligkeitsschwankungen der Leuchtdioden zu erzeugen). In den Zeichnungen wird ein Lichtbündelungselement 63 bereitgestellt, um das Licht von der Konvexlinse 58 in das Lichteinkopplungsende des Lichtleitfaserbündels 62 einzukoppeln; die Konstruktion kann jedoch auch derart sein, daß das Lichtbündelungselement 63 weggelassen wird. Außerdem bezeichnet das Bezugszeichen 68 in den Fig. 31 und 32 ein

Kühlrippenelement (in den Zeichnungen ist nur ein Kühlrippenelement dargestellt, es kann jedoch auch ein neunteiliges Kühlrippenelement verwendet werden), das in Kontakt mit der Rückseite der Substrate 69 angeordnet ist, um die neun Substrate 69 zu kühlen; und Bezugszeichen 12 in Fig. 32 bezeichnet den ebenfalls in Fig. 19 dargestellte Lüfter, der später ausführlich beschrieben wird. Außerdem kann durch Einsetzen des Lichteinkopplungsendes (vorderen Endes) des Sammelabschnitts 62S in den am Ende des rohrförmigen Elements 20 auf der Seite des Gehäuses 7 vorgesehenen rohrförmigen Abschnitt 20A zum Einpassen und Halten des Lichtleitfaserbündels 4 (es wird das in Fig. 19 dargestellte Lichtleitfaserbündel verwendet), das das zweite Lichtleiter-element darstellt, das Licht vom Montageabschnitt 62S vom Lichteinkopplungsende 4A des in das rohrförmige Element 20 eingepaßten und durch das rohrförmige Element gehaltenen Lichtleitfaserbündels 4A empfangen oder in das Lichteinkopplungsende übertragen werden. Daher kann das Licht durch Bewegungen des Lichtemissionsendes 4B des flexiblen Lichtleitfaserbündels 4 in eine beliebige Position, wie ebenfalls in Fig. 19 dargestellt, von allen Richtungen in einem Zustand zugeführt werden, in dem das zu prüfende Objekt an einer vorgegebenen Position angeordnet ist. Fig. 31 zeigt einen Fall, in dem neun Leuchtdioden 53 auf neun Substraten 69 angeordnet sind; die neun Leuchtdioden 53 können jedoch auch auf nur einem Substrat (einer Substratschicht) angeordnet sein.

[0162] Außerdem werden in diesem Fall zwei Linsen, d. h. die erste Lichtquellenlinse 56 und die zweite Lichtquellenlinse 58, verwendet; diese beiden Linsen können in der Praxis jedoch auch integriert sein. Außerdem kann die Konstruktion derart sein, daß die erste Lichtquellenlinse 56 und die zweite Lichtquellenlinse 58 jeweils als eine Linsenanordnung mit neun Linsenabschnitten, die auf einem einlagigen transparenten Körper vorgesehen werden, oder jeweils als einzelne Fresnellinsen ausgeführt werden. Außerdem kann die Konstruktion derart sein, daß in der in Fig. 31 dargestellten Lichtquellenvorrichtung der in Fig. 21 dargestellte Reflektor 17a verwendet wird. In Fig. 31 kann dagegen durch Bereitstellen einer Konstruktion, in der ein zylindrisches Glaselement (nicht dargestellt) in den rohrförmigen Abschnitt 20A des rohrförmigen Elements 20 eingepaßt wird und dieses zylindrische Glaselement zwischen dem vorderen Ende des Lichtleitfasersammelabschnitts 62S und dem Lichteinkopplungsende 4A des Lichtleitfaserbündels 4 (vgl. Fig. 32) angeordnet wird, effizient erreicht werden, daß das vom vorderen Ende des Lichtleitfasersammelabschnitts 62S emittierte Licht gleichmäßiges Licht ist, das weder Farbungleichmäßigkeiten aufweist und noch durch Totalreflexion des Glaselements verursachten Verluste erfährt und als solches in das Lichteinkopplungsende 4A des Lichtleitfaserbündels 4 eingekoppelt werden kann.

[0163] Eine solche Konstruktion ist für eine gleichmäßige Mischung des Lichts von Leuchtdioden mit zwei oder mehr Farben effektiv.

[0164] Fig. 31 zeigt eine Konstruktion, in der das Licht von neun Leuchtdioden im Lichtleitfasermontageabschnitt 62S zusammengeführt wird; die Vorrichtung kann jedoch auch derart konstruiert sein, daß im Lichtleitfasermontageabschnitt 62S Licht von einer beliebigen Anzahl (z. B. drei oder sechs) Leuchtdioden zusammengeführt wird.

[0165] An Stelle des zylindrischen Glaselements kann ein rohrförmiges Glaselement mit einem hohlen Innenraum, ein Metallelement, dessen Innenfläche einer Verspiegelungsbehandlung unterzogen wurde, oder ein aus zwei Lagen, d. h. aus einem Kern und einem Überzug, bestehendes plattiertes stabförmiges Glaselement verwendet werden.

[0166] Nachstehend wird das Lichtbündelungselement 63

ausführlich beschrieben. Das Lichtbündelungselement 63 weist eine im wesentlichen konische Form (die Form einer umgekehrten Trompete oder eine sich verjüngende Form) mit einem kleineren Durchmesser am vorderen Ende (Lichtemissionsende) auf, wie in Fig. 31 dargestellt, indem beispielsweise mehrere Lichtleitfasern 64 mit einer mehrstufigen Struktur bereitgestellt werden, die aus vier Lagen 64A, 64B, 64C, 64D hergestellt sind, so daß sie bei Wärmezufuhr verschiedene Brechungsindizes in mehreren Stufen (in Fig. 33 vier Stufen) aufweisen, wie beispielsweise in Fig. 33 in einem integrierten Zustand dargestellt, wobei durch Ändern der Lichttrajektorie nach innen weitestgehend verhindert wird, das Licht tendenziell nach außen entweicht; das Lichtbündelungselement kann jedoch auch aus einem Glasstab konstruiert sein, oder es kann eine Gradienten-Lichtleitfaser (mit abgestuften Brechungsindex) 65 sein, d. h. eine Lichtleitfaser, die aus einem sich verjüngenden Abschnitt 65A mit einem kleineren Durchmesser am vorderen Ende und einem sich vom vorderen Ende des sich verjüngenden Abschnitts 65A erstreckenden geraden Abschnitt 65B mit konstantem Durchmesser gebildet wird, so daß der Brechungsindex der Lichtleitfaser sich graduell und kontinuierlich ändert, wie in Fig. 34 dargestellt (sie kann auch eine Lichtleitfaser sein, die nur den sich verjüngenden Abschnitt 65A und nicht den geraden Abschnitt 65B aufweist). Außerdem kann auch eine Lichtleitfaser mit einem sich stufenweise (diskontinuierlich) ändernden Brechungsindex verwendet werden, z. B. eine Lichtleitfaser 64 mit einer mehrstufigen Struktur, die aus den vier Lagen 64A, 64B, 64C, 64D gebildet wird. Außerdem kann, obwohl die Lichtleitfaser 65 eine Doppelstruktur aufweist, die aus einem Kern 66A, der einen Bereich mit hohem Brechungsindex darstellt, und einem Überzug 65B besteht, der den Kern 66A umschließt und einen niedrigen Brechungsindex aufweist, die Lichtleitfaser auch eine andere Konstruktion haben. Außerdem kann, obwohl das vordere Ende des Lichtbündelungselements 63 und das Basisende der Lichtleitfaser 62 durch Klebstoff oder Warmverschweißen miteinander verbunden sind, diese Verbindung auch durch ein anderes Verfahren hergestellt werden. Bezugszeichen 67 in Fig. 31 bezeichnet ein Gehäuse, das aus einem prismaförmigen Gehäusehauptkörper zum Aufnehmen verschiedener vorstehend beschriebener Komponenten und neun vorderen Abdeckungen 67A in Form einer polygonalen Platte zum Verschließen der an der Vorderseite des Gehäusehauptkörpers 67B angeordneten Öffnung besteht. Außerdem ist an der Rückseite der neun Gehäusehauptkörper 67B ein einzelnes Kühlrippenelement 68 angeordnet, das alle Öffnungen dieser neun Gehäusehauptkörper 67B verschließt und auch als Befestigungs- oder Fixierelement zum Fixieren der neun Substrate 69 durch eine Schraube dient; es kann jedoch auch eine andere geeignete Konstruktion verwendet werden. Gemäß Fig. 32 kann an der Rückseite des Kühlrippenelements 68 ein Lüfter 12 zum Zuführen von Kühlluft zum Kühlrippenelement angeordnet sein, um die Wärmeableitung zu unterstützen, wodurch Vorteile erhalten werden, indem beispielsweise der Lichtemissionswirkungsgrad der Leuchtdioden 53 erhöht oder die Lebensdauer der Leuchtdioden verlängert wird. Die Konstruktion kann auch derart sein, daß eine feste Substanz, z. B. ein mit einem geeigneten Füllmaterial (z. B. Keramikpartikel mit einer guten Wärmeleitfähigkeit oder ein ähnliches Material) gefülltes Silikonelastomerlagematerial, um die Wärmeleitfähigkeit zu verbessern, oder gelförmige, halb feste Substanzen oder flüssige Substanzen, wie beispielsweise Fett, zwischen dem Kühlrippenelement 68 und jedem Substrat 69 zum Montieren der Leuchtdioden 53 vorgesehen wird. Weil die anderen in den Fig. 31 und 32 dargestellten Elemente die gleichen sind wie in Fig. 19, sind sie durch die

gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden nicht näher beschrieben.

[0167] Die in den Fig. 29A und 29B dargestellte Lichtquellenvorrichtung kann wie in den Fig. 35a und 35B dargestellt konstruiert sein. D. h., die Lichtquellenvorrichtung ist so konstruiert, daß das in den Fig. 28A und 28B dargestellte Lichtleitfaserbündel (das aus einem Glasstab konstruiert sein kann) 31 weggelassen ist, so daß das Licht von der Konvexlinse 58 direkt in die in Fig. 29A dargestellte, mit einem Führungselement 60 versehene Lichtleitfaser 71 eingekoppelt werden kann. D. h., in Fig. 35A kann veranlaßt werden, daß das Licht von der Konvexlinse 58 direkt in die Einkopplungsendfläche 71a der Lichtleitfaser 71 eingekoppelt wird, indem das Gehäuse 52 aus zwei Elementen konstruiert wird, d. h. aus dem hinteren Gehäuseabschnitt 51 und dem rohrförmigen Abschnitt 49, wodurch vorteilhaft eine Abschwächung oder Dämpfung des Lichts vermieden wird. Bezugszeichen 72 bezeichnet in den Zeichnungen ein Halterungselement zum Halten des Lichteinkopplungsendes der Lichtleitfaser 71 auf dem Führungselement 60, und Bezugszeichen 73 bezeichnet Schrauben (in den Zeichnungen sind zwei Schrauben vorgesehen, es kann jedoch eine beliebige Anzahl von Schrauben verwendet werden) zum Fixieren der Linse 74 der als Bildaufnahmeabschnitt dienenden Kamera in einem Zustand, in dem sie in die Durchgangsöffnung 60A des Führungselements 60 eingesetzt ist. Obwohl die Emissionen der Lichtleitfaser 71 kreisförmig (es kann eine beliebige Form verwendet werden, z. B. eine elliptische, eine dreieckige oder eine polygonale Form) oder ringförmig in einem vorgegebenen Abstand einzeln oder als mehrere gebündelte Lichtleitfasern angeordnet sind, können sie auch, wie in Fig. 29B dargestellt, ohne Zwischenraum angeordnet sein.

[0168] Außerdem können mehrere (eine der Anzahl der Lichtleitfasern 71 gleiche Anzahl) Konvexlinsen (die eine Fresnellinse oder eine ähnliche Linse sein können, insofern sie dazu geeignet sind, das Licht in im wesentlichen paralleles Licht umzuwandeln) 70 zum Umwandeln des Lichts von den mehreren Lichtleitfasern 71, die in einem geeigneten Abstand auf dem Umfang angeordnet sind, in im wesentlichen paralleles Licht, wie in Fig. 36 dargestellt, am Lichtemissionsende der in Fig. 35 dargestellten Lichtquellenvorrichtung angeordnet sein. In dieser Ausführungsform wird weiters eine Lichtbündelungslinse (die eine beliebige Linse sein kann, z. B. eine Fresnellinse oder eine Konvexlinse) 75 mit einer an ihrer Mitte ausgebildeten Öffnung 75A zum Bündeln des Lichts von den Linsen 70 vorgesehen. Wenn die Konvexlinsen 70 auf diese Weise angeordnet werden, kann dasjenige Licht von dem durch die Konvexlinse 58 gebündelten Licht, das tendenziell vom Lichtemissionsende der Lichtleitfaser herausgestreut wird, zuverlässig gesammelt werden, indem es in im allgemeinen paralleles Licht kollimiert wird, so daß die Lichtmenge pro Flächeneinheit auf der Strahlungsfläche dementsprechend erhöht werden kann. Außerdem kann durch Ersetzen der Konvexlinse 58 durch eine Linse mit einem anderen Brechungsindex der Emissionswinkel des vom Emissionsende der Lichtleitfaser 71 emittierten Lichts in Fig. 35 geändert werden, oder der Strahlungsbereich des von der Lichtbündelungslinse 75 abgestrahlten Lichts kann in Fig. 36 geändert werden. Außerdem kann, wenn die Lichtbündelungslinse 75 auswechselbar konstruiert ist, der Lichtbündelungsabstand (der Abstand von der Lichtemissionsendfläche zum Werkstück) L einfach durch Ersetzen der Lichtbündelungslinse 75 durch eine andere Lichtbündelungslinse entsprechend den durchzuführenden Prüfungen geändert werden. Weil die anderen in den Fig. 35 und 36 dargestellten Elemente die gleichen sind wie in den Fig. 28 und 29, sind sie durch die

gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden nicht näher beschrieben.

[0169] Wie vorstehend ausführlich beschrieben wurde, können der Lichtbündelungsgrad bzw. der Lichtbündelungswirkungsgrad im Vergleich zum Stand der Technik an der Seite der Lichtabstrahlungsvorrichtung wesentlich verbessert werden. Andererseits kann das Licht von einer LED an der Seite der Lichtquellenvorrichtung mit einem sehr hohen Wirkungsgrad in eine Lichtleitfaser eingekoppelt werden und in für Beleuchtungszwecke geeignetes Licht umgewandelt werden. Dadurch können die Anforderungen hinsichtlich hoher Prüfgenauigkeiten auch in bezug auf sehr kleinen Stellen, z. B. eines Halbleiterchips oder eines Lötstellenabschnitts des Halbleiterchips auf einer Leiterplatte, zuverlässig erfüllt werden, während die Charakteristiken oder Eigenschaften des Systems, in dem die Lichtabstrahlungsvorrichtung und die Lichtquellenvorrichtung separat mit dazwischen angeordneten Lichtleitfasern angeordnet sind, optimal genutzt werden.

Patentansprüche

1. Lichtabstrahlungsvorrichtung zum Abstrahlen eines Lichtstrahls, der über ein aus mehreren Lichtleitfasern hergestelltes Lichtleitfaserbündel übertragen wird, auf eine Bestrahlungsobjektstelle, wobei die Lichtabstrahlungsvorrichtung ein Gehäuse aufweist, in dem ein Faserhalterungsabschnitt zum Halten eines Lichtemissionsendes jeder der Lichtleitfasern in einem diskret angeordneten Zustand und ein Linsenhalterungsabschnitt zum Halten von Linsen aufgenommen sind, die in der Nähe des Lichtemissionsendes jeder der Lichtleitfasern angeordnet und den Lichtleitfasern jeweils einzeln zugeordnet sind.
2. Lichtabstrahlungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine axiale Linie der Lichtleitfaser am Lichtemissionsende mit einer optischen Achse der zugeordneten Linse ausgerichtet ist und die axiale Linie und die optische Achse zur Bestrahlungsobjektstelle hin ausgerichtet ist.
3. Lichtabstrahlungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine axiale Linie der Lichtleitfaser am Lichtemissionsende von einer optischen Achse der zugeordneten Linse versetzt ist und die optische Achse des vom Lichtemissionsende emittierten Lichtstrahls durch die Linse abgelenkt und auf die Bestrahlungsobjektstelle ausgerichtet wird.
4. Lichtabstrahlungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung so konstruiert ist, daß die von den jeweiligen Lichtemissionsenden emittierten Lichtstrahlen durch die Linse in im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtete Lichtstrahlen kollimiert werden, wobei eine einzelne zweite Linse bereitgestellt wird, die dazu vorgesehen ist, zwischen der Linse und der Bestrahlungsobjektstelle angeordnet zu werden, so daß ein von jeder der Linsen emittierter Lichtstrahl durch die zweite Linse gebrochen und auf die Bestrahlungsobjektstelle gebündelt wird.
5. Lichtabstrahlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Gehäuse eine Beobachtungsöffnung zum Beobachten der Bestrahlungsobjektstelle aufweist und mehrere Faserhalterungsabschnitte entlang einer Umfangsrichtung des Öffnungsumfangs angeordnet sind, die als Faserhalterungsöffnungen zum Einsetzen und Halten der Lichtleitfasern dienen.
6. Lichtabstrahlungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Linsenhalterungsabschnitt der Fasereinsetzöffnung zugeordnet ist und als Linsenhalterungsöff-

nung zum Aufnehmen und Halten der Linse dient.

7. Lichtabstrahlungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Faserhalterungsöffnung sich durch ein zylindrisches Element erstreckt, das die gleiche Querschnittsform aufweist wie die Linsenhalterungsöffnung, und wobei das zylindrische Element in eine Anti-Strahlungsseite der Linsenhalterungsöffnung eingepaßt ist, in die die Linse eingesetzt ist.

8. Lichtquellenvorrichtung zum Zuführen eines Lichtstrahls über ein Lichtleiterelement, z. B. ein aus mehreren Lichtleitfasern hergestelltes Lichtleitfaserbündel oder eine Glasstange, wobei die Lichtquellenvorrichtung ein gemeinsames Gehäuse aufweist, in dem eine erste Lichtquellenlinse zum Kollimieren von Lichtstrahlen, die von einer einzelnen oder mehreren LEDs) emittiert werden, in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen und eine zweite Lichtquellenlinse zum Bündeln der Lichtstrahlen von der ersten Lichtquellenlinse aufgenommen sind, um die gebündelten Lichtstrahlen in ein Lichteinkopplungsende des Lichtleiterelements einzukoppeln.

9. Lichtquellenvorrichtung zum Zuführen eines Lichtstrahls über ein aus mehreren gebündelten Lichtleitfasern hergestelltes Lichtleitfaserbündel, wobei ein Substrat mit einer einzelnen oder mehreren LED(s) bereitgestellt wird, eine erste Lichtquellenlinse zum Kollimieren von von jeder der LEDs emittierten Lichtstrahlen in im wesentlichen parallele Lichtstrahlen auf einer Strahlungsflächenseite jeder der LEDs angeordnet ist, eine zweite Lichtquellenlinse zum Bündeln der Lichtstrahlen von der ersten Lichtquellenlinse, um die gebündelten Lichtstrahlen in ein Lichteinkopplungsende der Lichtleitfaser einzukoppeln, vor jeder der ersten Linsen angeordnet ist, und Lichtemissionsenden der Lichtleitfasern, deren Anzahl der Anzahl der LEDs gleicht, gebündelt sind, um einen Montageabschnitt zu bilden.

10. Lichtabstrahlungseinheit, wobei die Lichtabstrahlungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und die Lichtquellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 und 9 durch ein Lichtleitfaserbündel miteinander verbunden sind und die Lichtquellenvorrichtung durch das Gehäuse der Lichtabstrahlungsvorrichtung integral gehalten wird.

11. Lichtverbindungsmechanismus mit einem Lichtdurchlaß mit einem kreisförmigen Querschnitt zum Übertragen eines Lichtstrahls und einem auf der Außenumfangsfläche des Lichtdurchlasses angeordneten Reflexions-/Brechungsabschnitt zum Reflektieren oder Brechen der Lichtstrahlen nach innen, wobei Endflächen des Lichtdurchlasses in der Nähe einer Endfläche eines Lichtleitfaserbündels auf der Seite der Lichtquellenvorrichtung und einer Endfläche eines Lichtleitfaserbündels an der Seite der Lichtabstrahlungsvorrichtung angeordnet sind, wobei die axialen Mittellinien des Lichtleitfaserbündels und des Lichtdurchlasses miteinander übereinstimmen, und wobei ein Durchmesser des Lichtdurchlasses so eingestellt ist, daß er einem Durchmesser jedes der Lichtleitfaserbündel im wesentlichen gleicht.

Hierzu 27 Seite(n) Zeichnungen

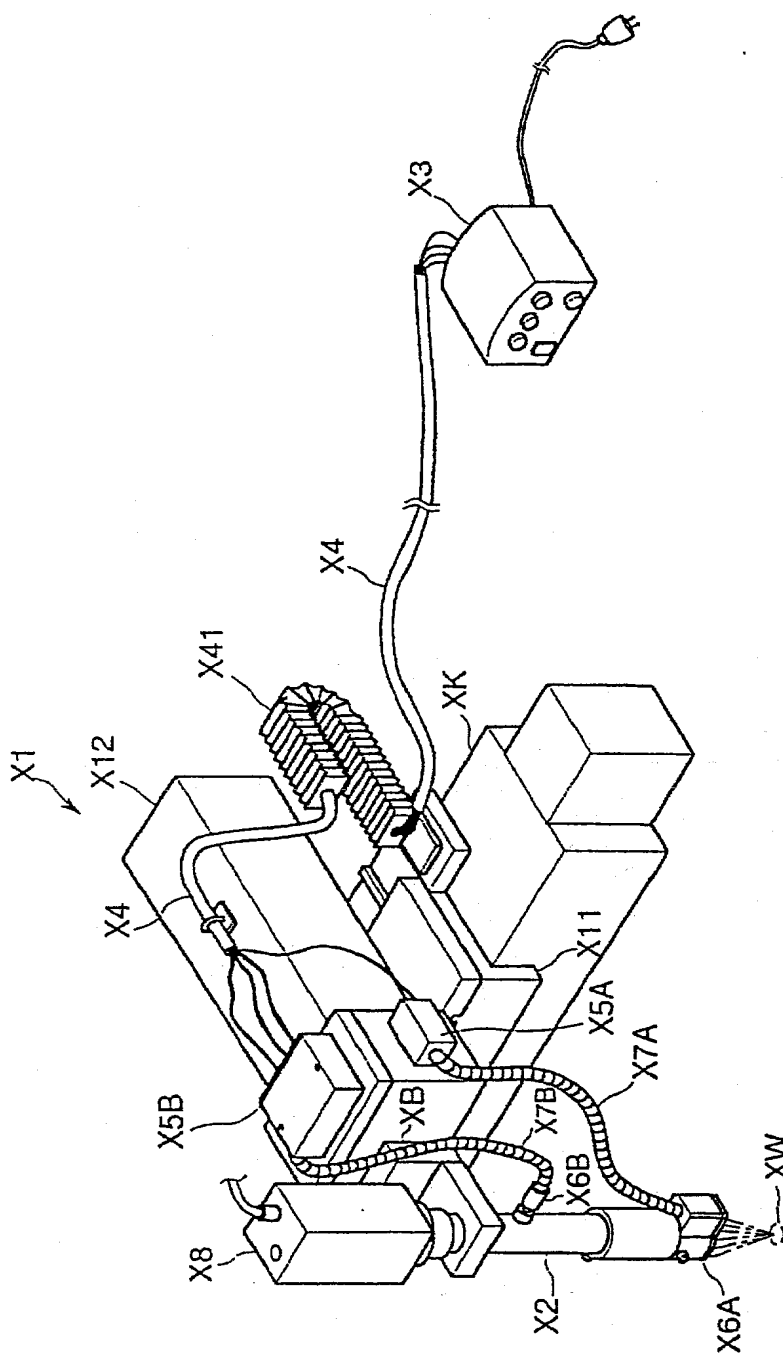
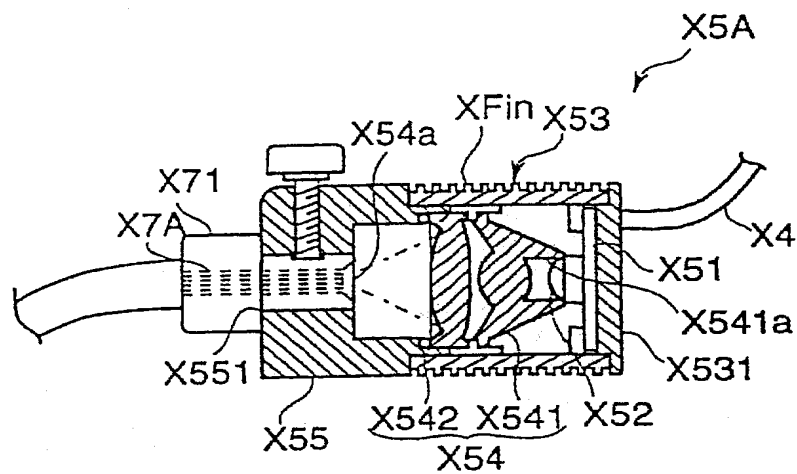


Fig. 1

Fig. 2

(a)



(b)

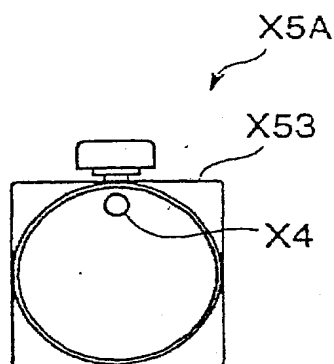


Fig. 3

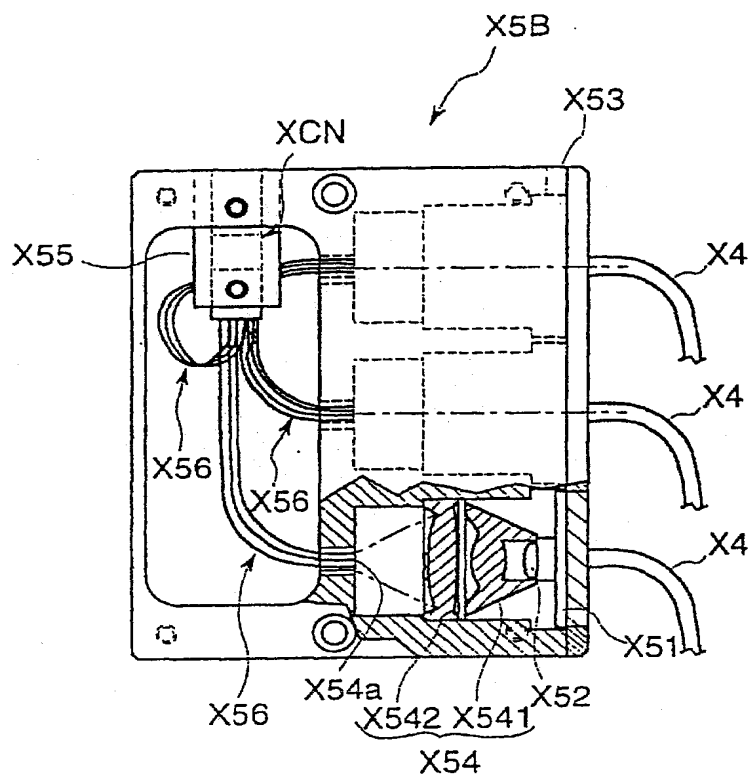


Fig. 4

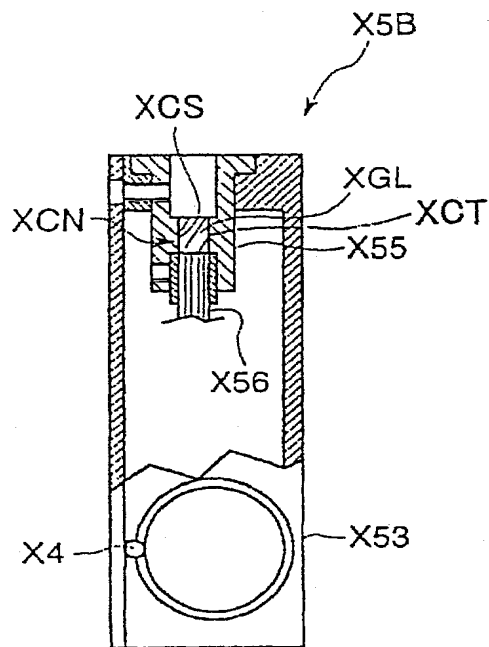


Fig. 5

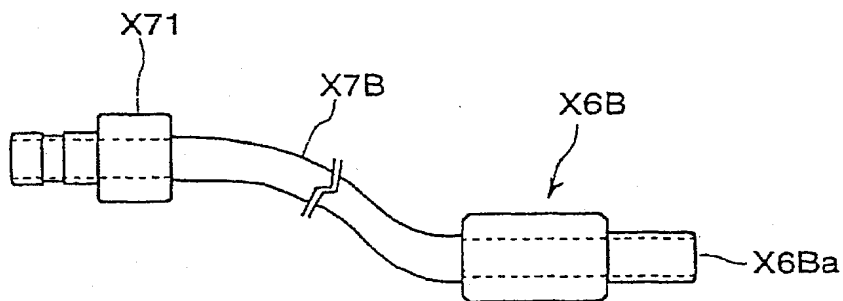


Fig. 6

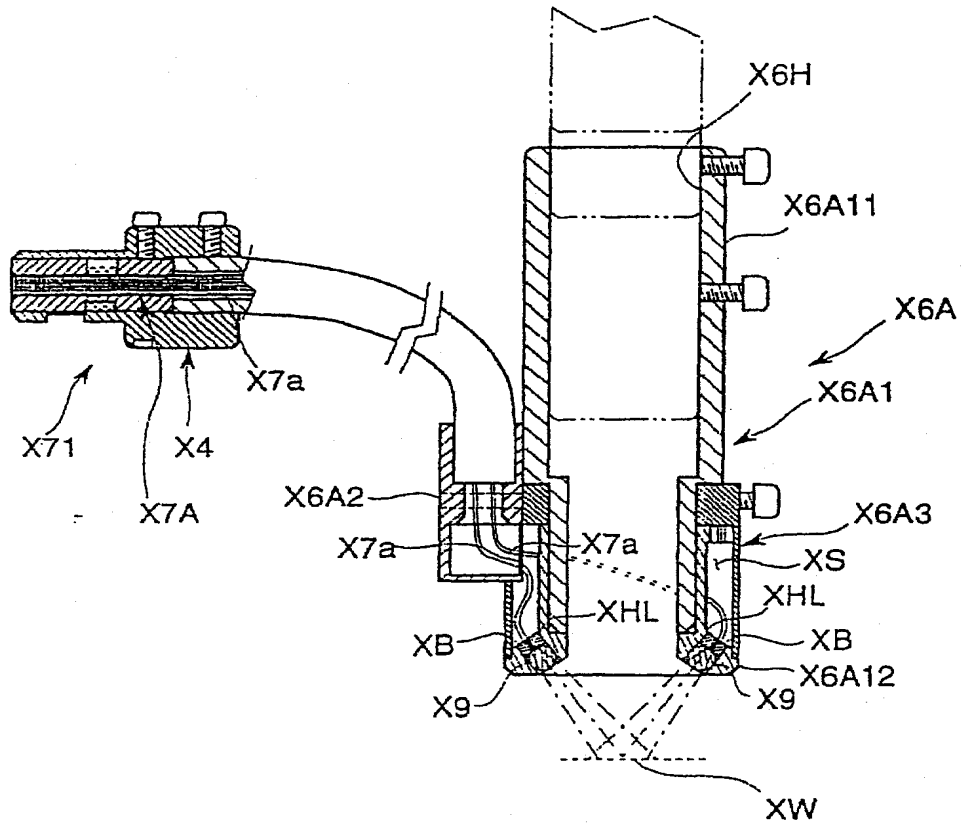


Fig. 9

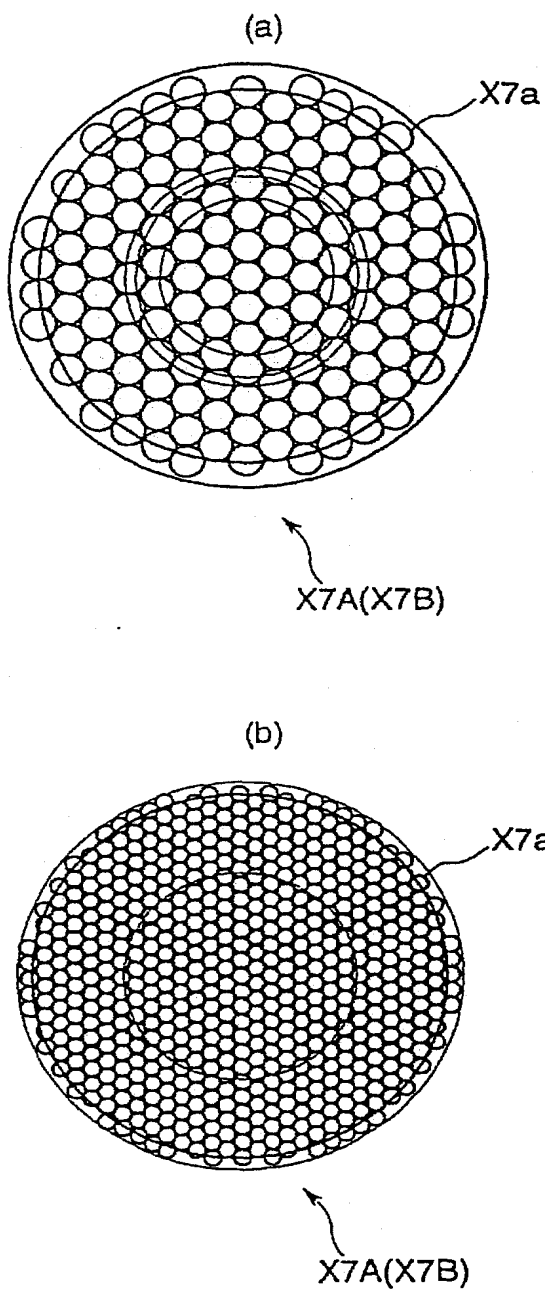


Fig. 10

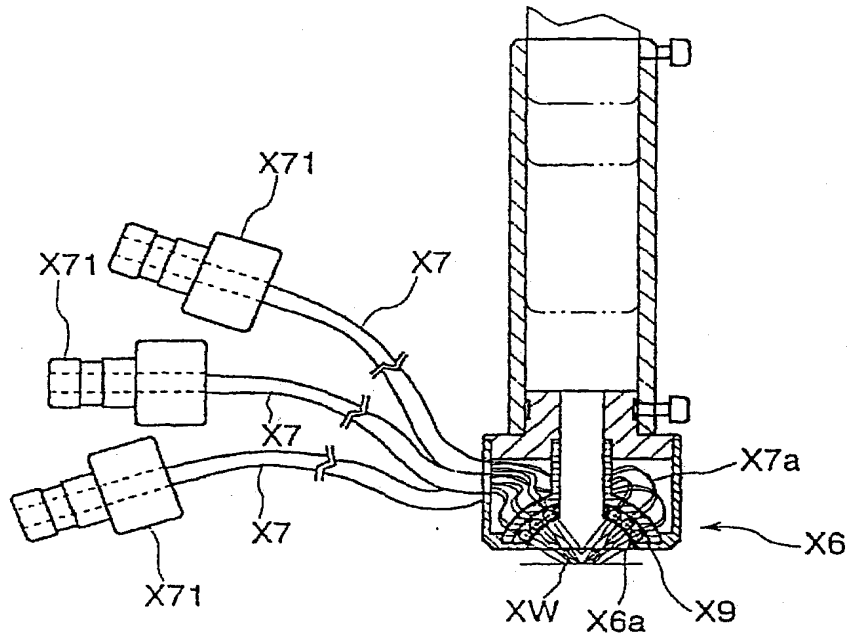
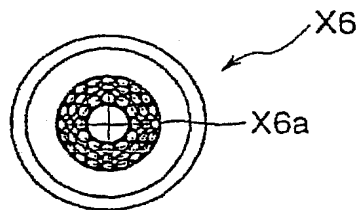


Fig. 11



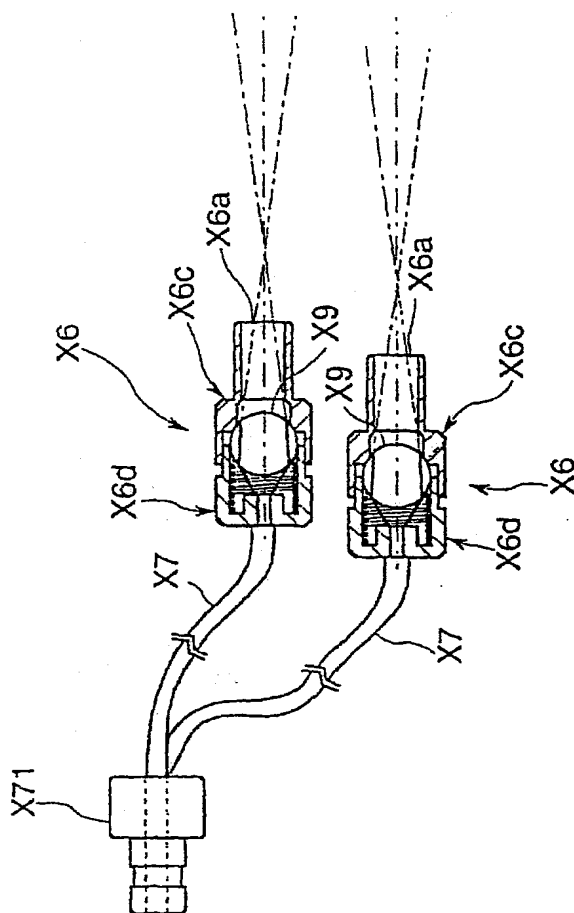


Fig. 12

Fig. 13

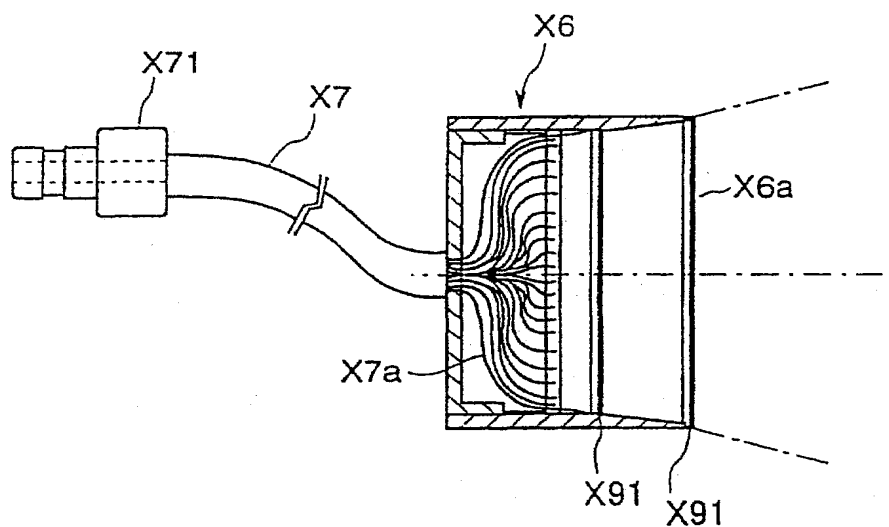


Fig. 14

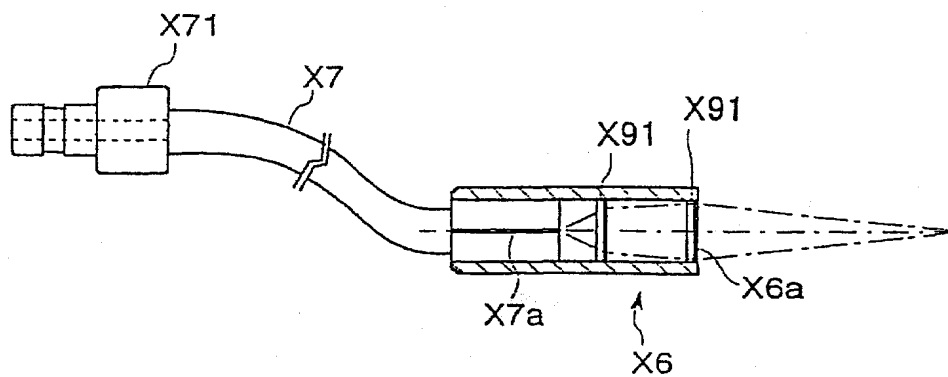


Fig. 15

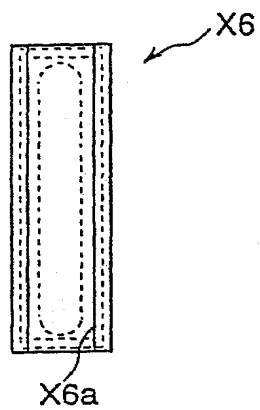


Fig. 16

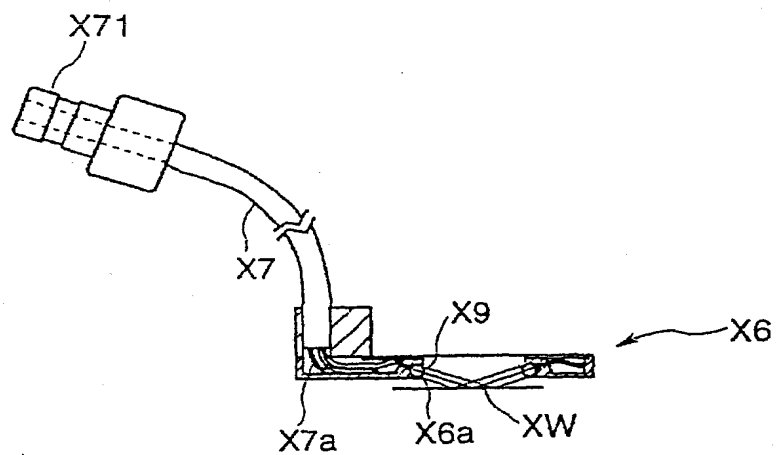


Fig. 17

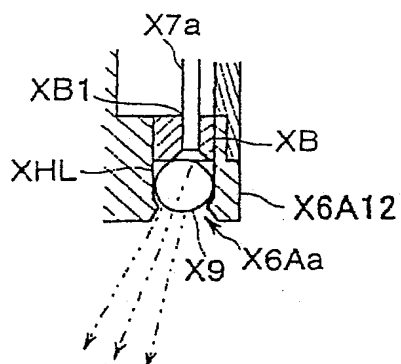
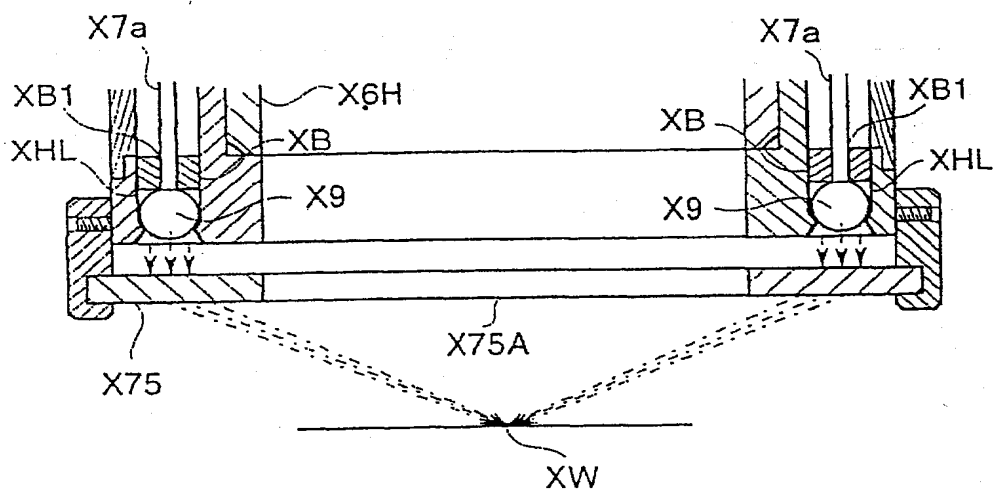


Fig. 18



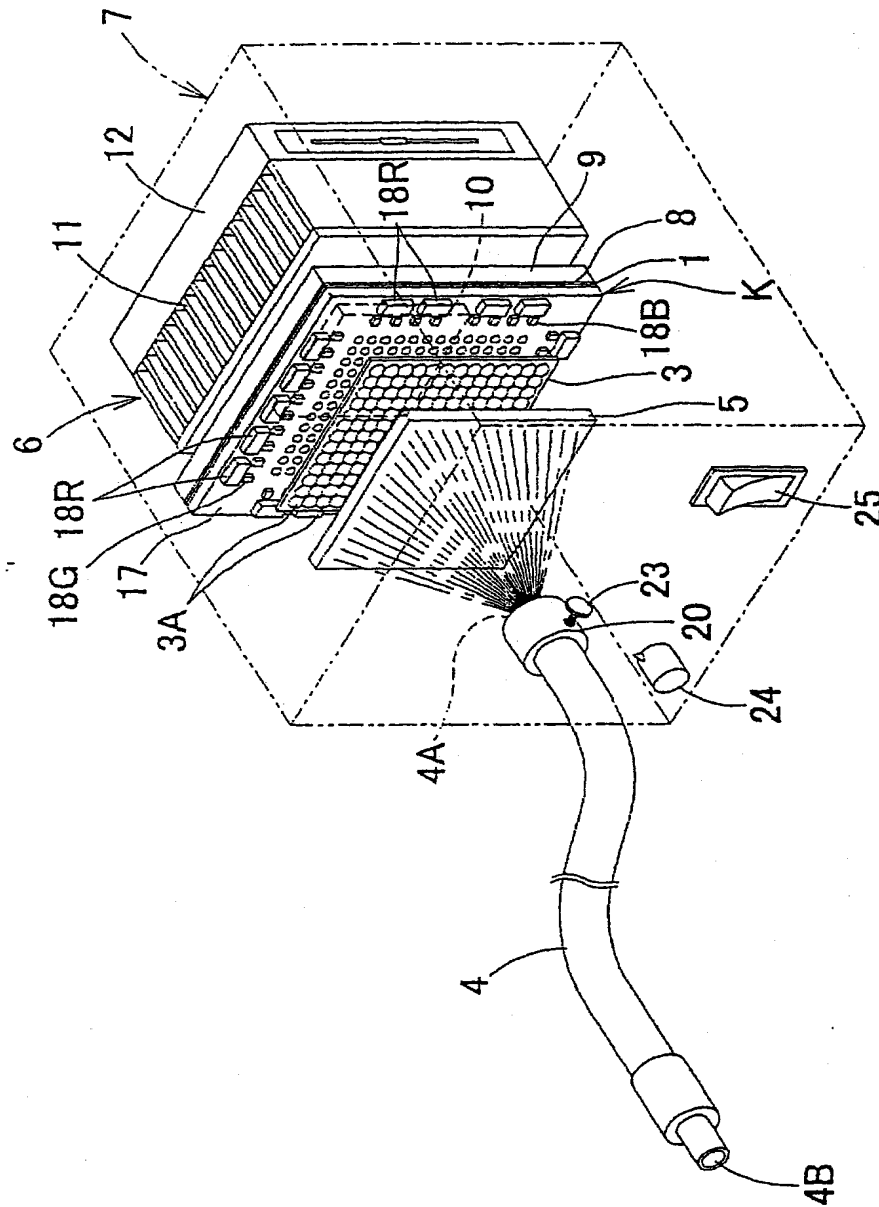


Fig. 19

Fig. 20

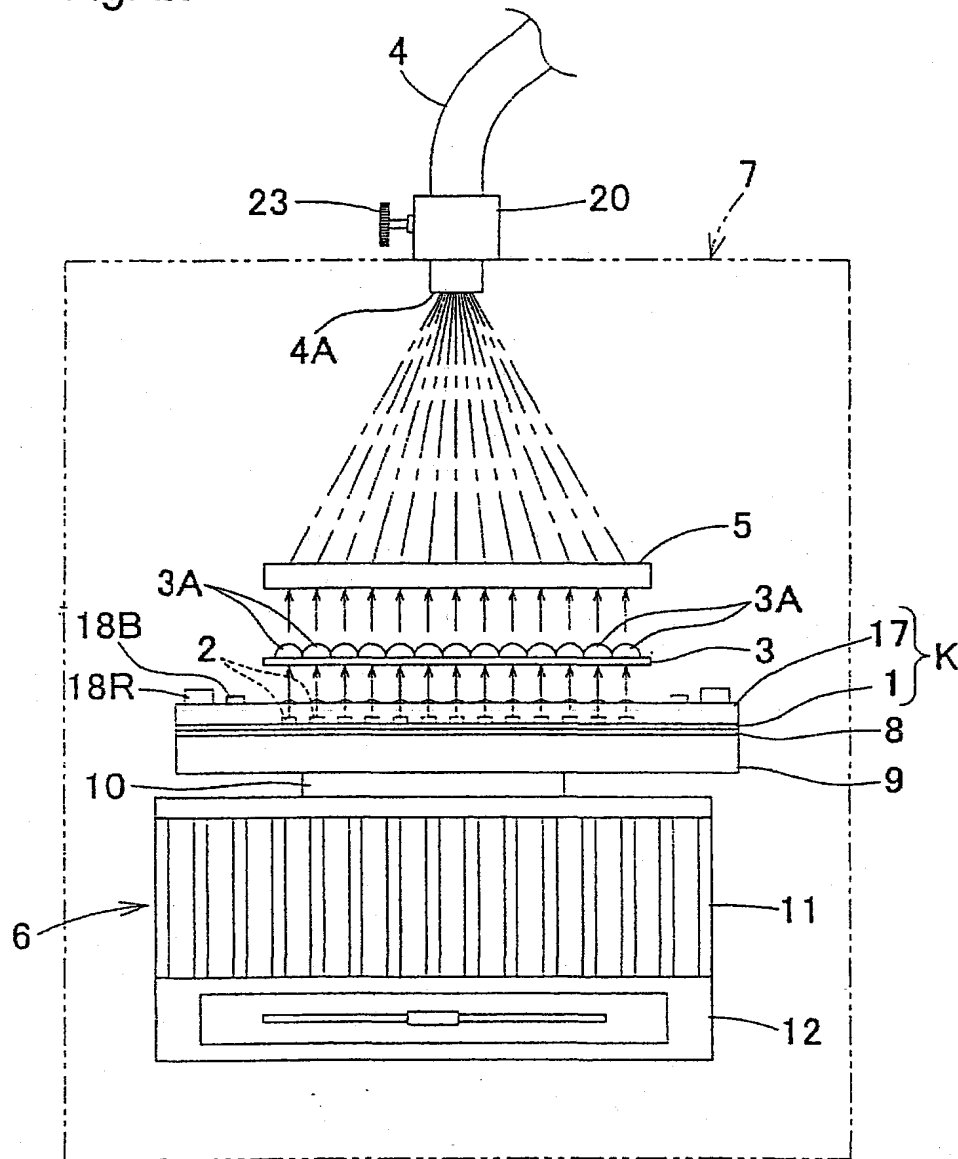


Fig. 21

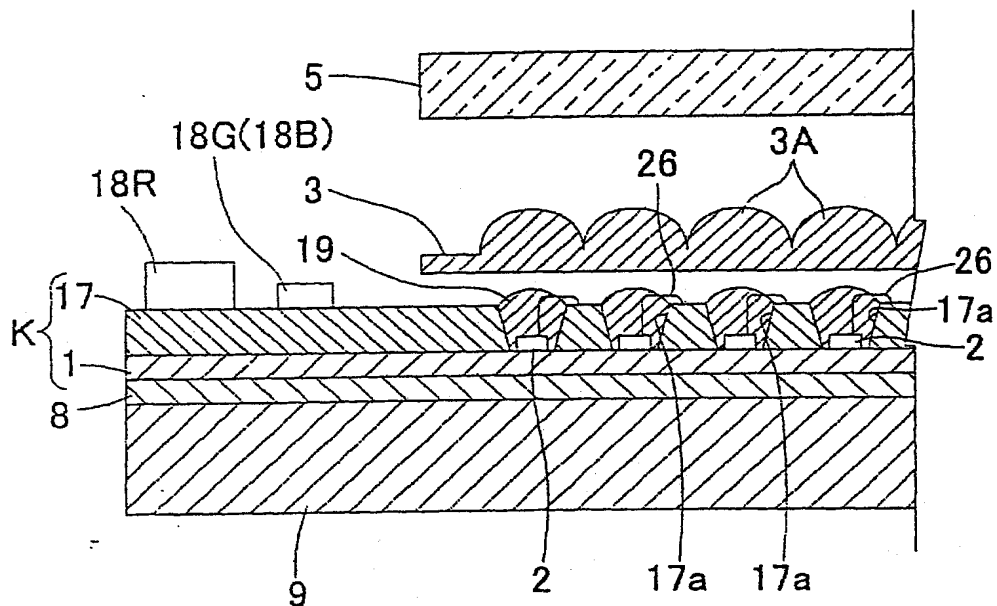
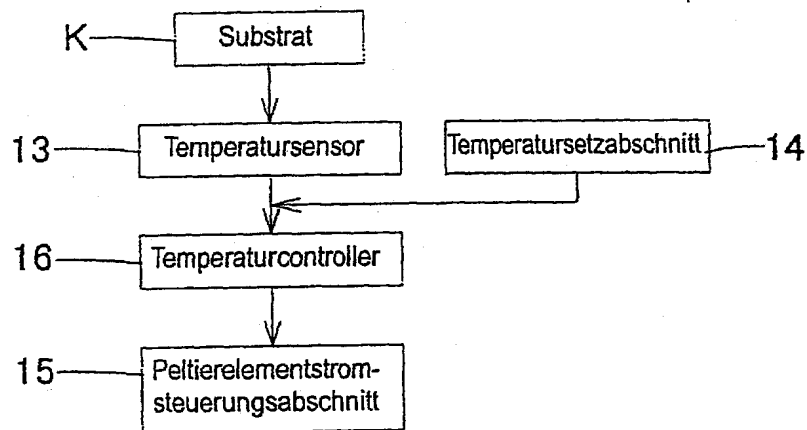


Fig. 22



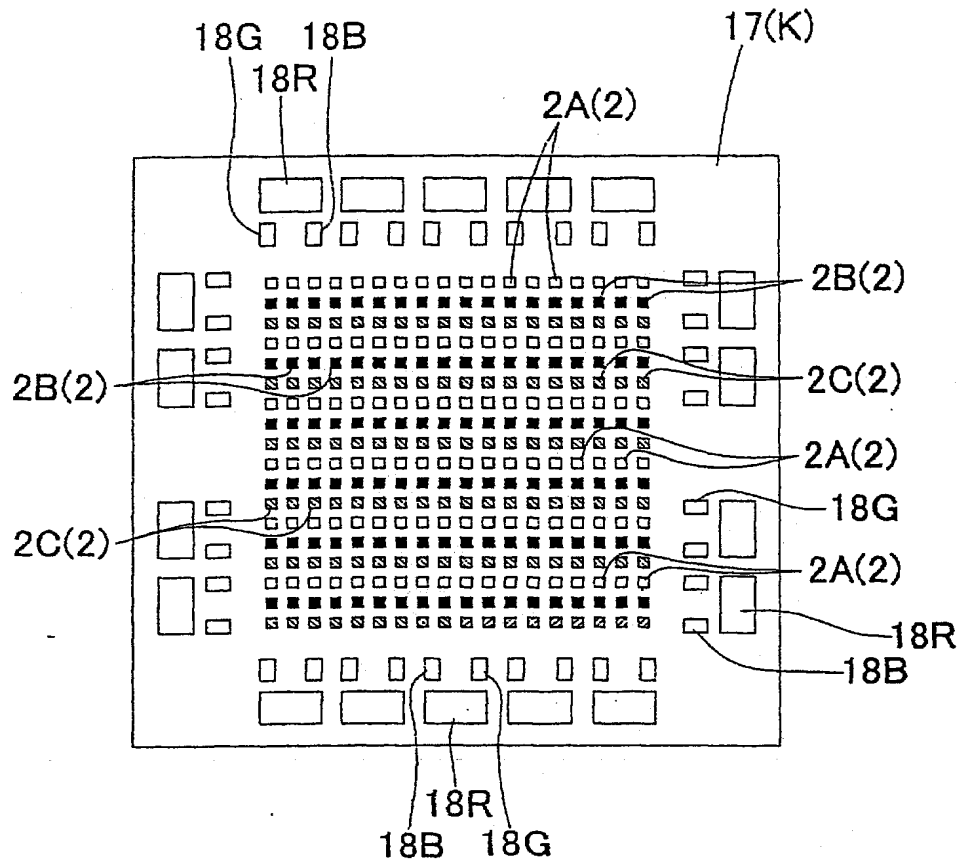


Fig. 23

Fig. 24

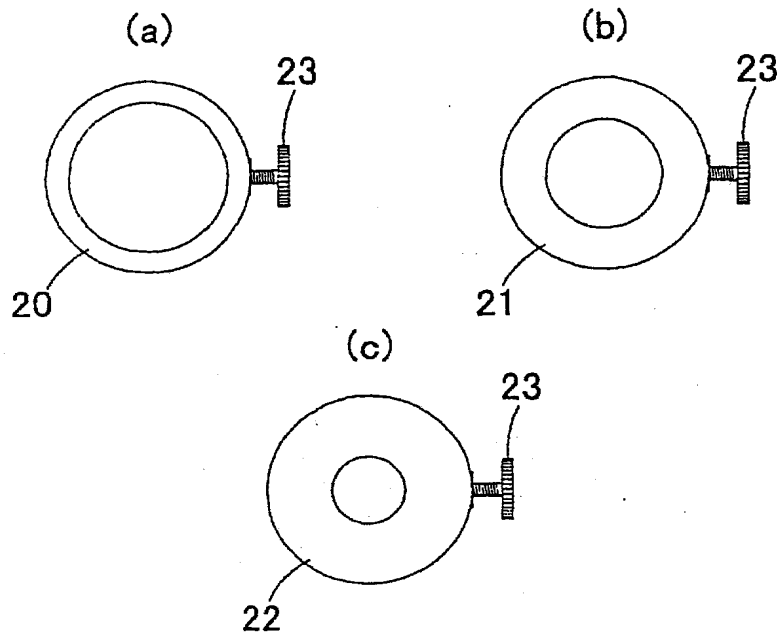


Fig. 25

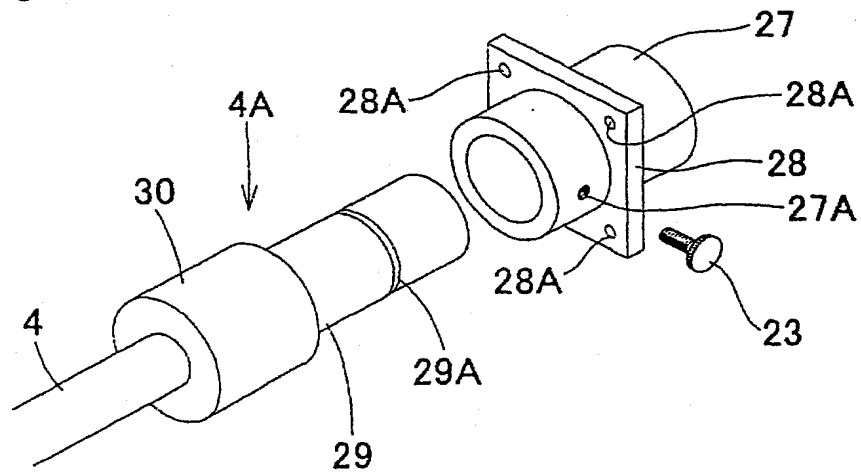


Fig. 26

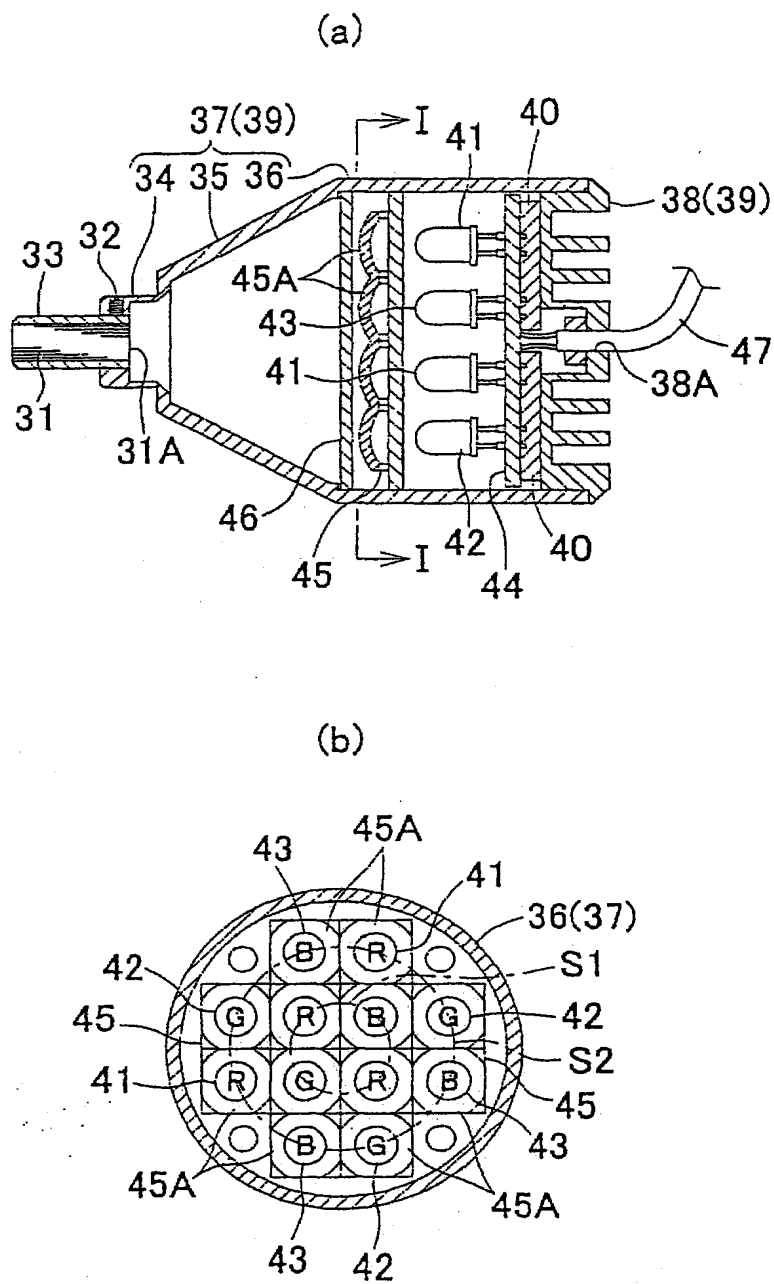


Fig. 27

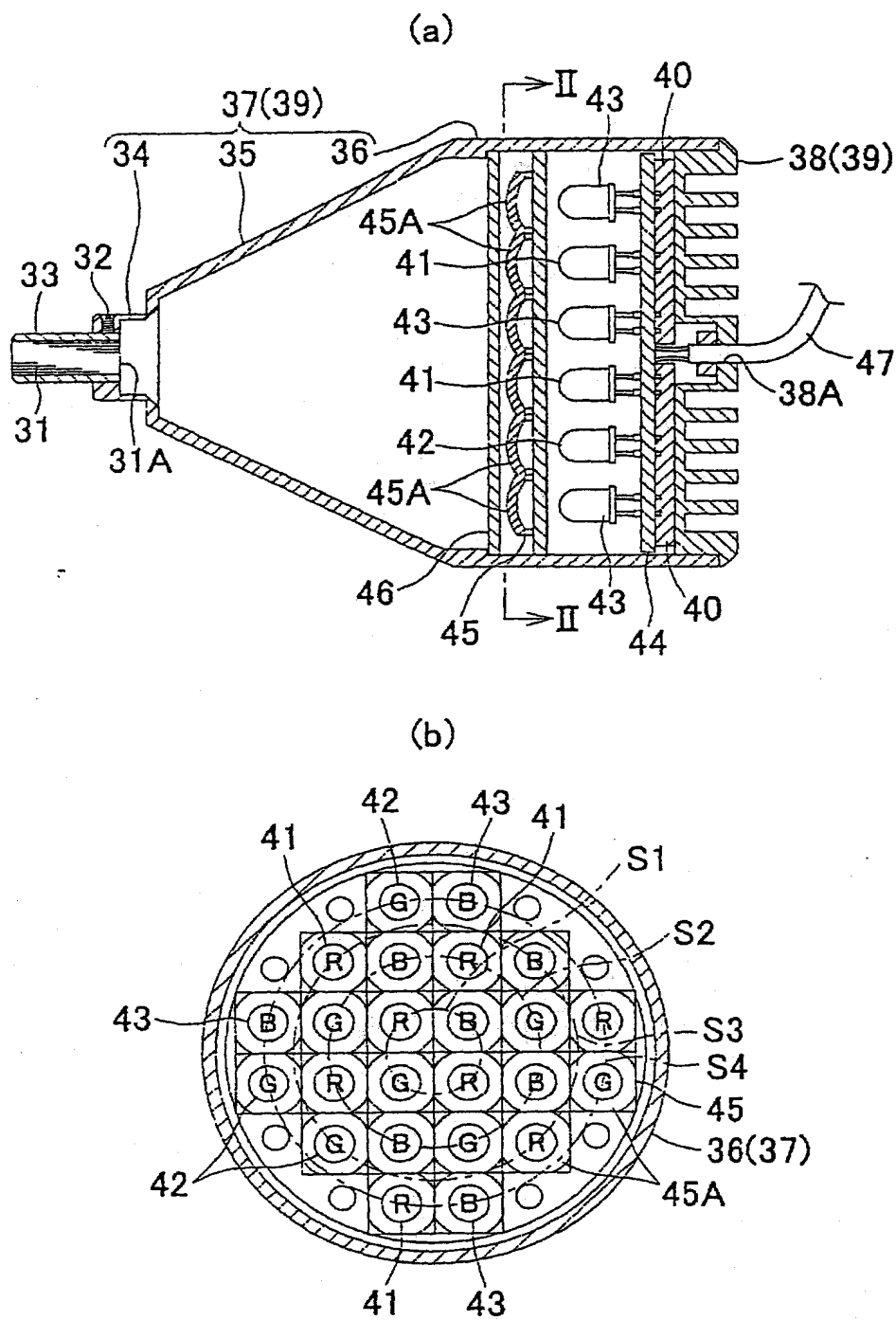
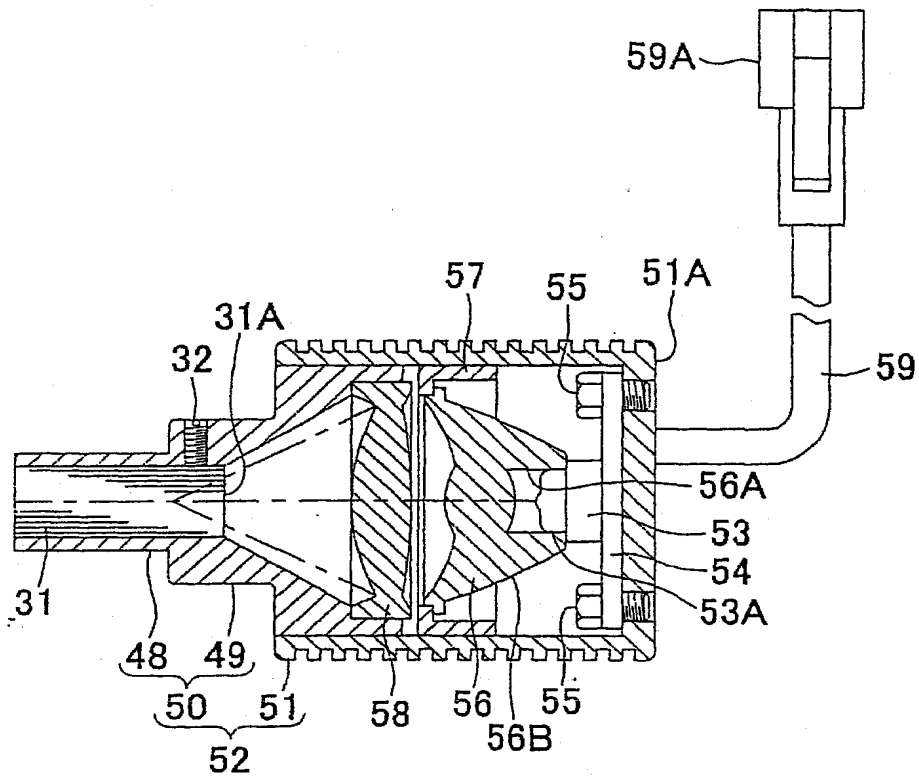


Fig. 28

(a)



(b)

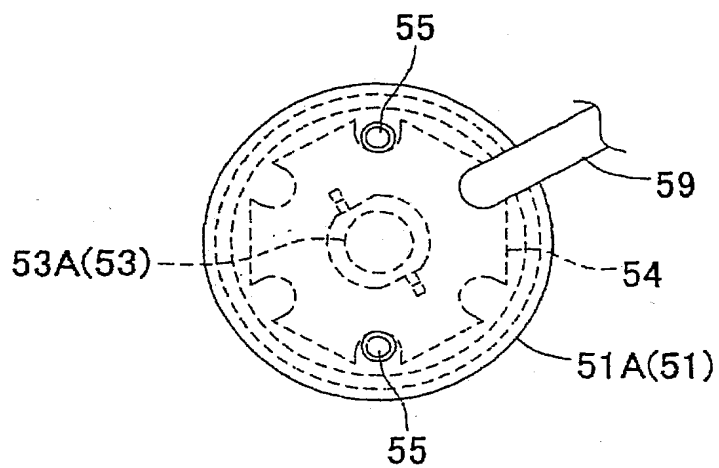


Fig. 29

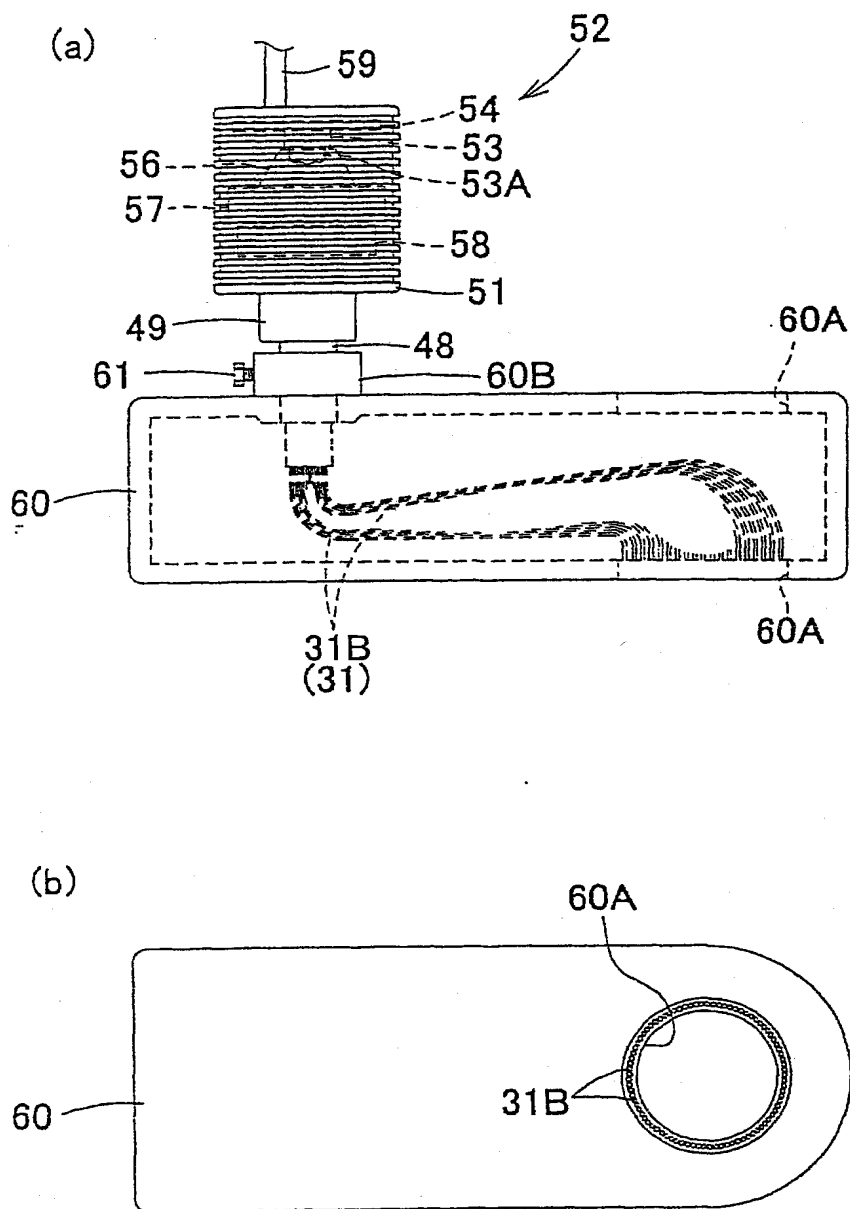
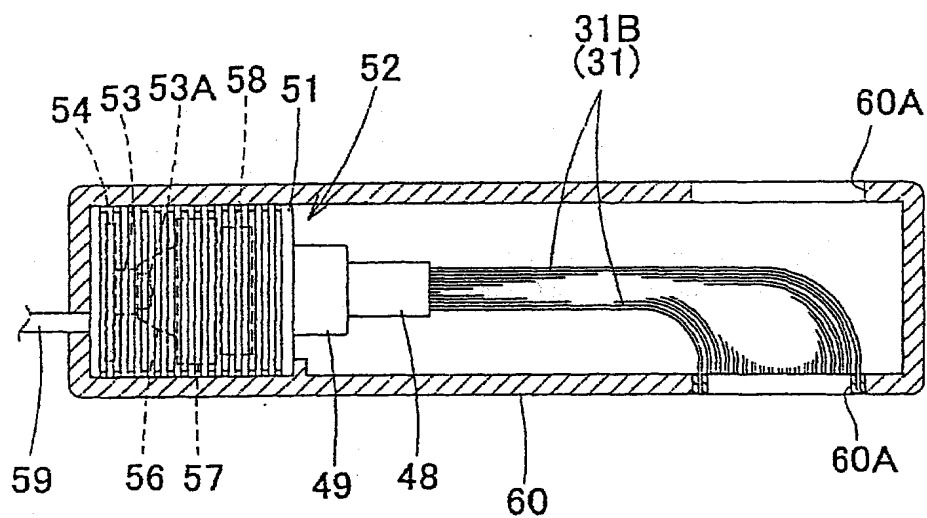


Fig. 30



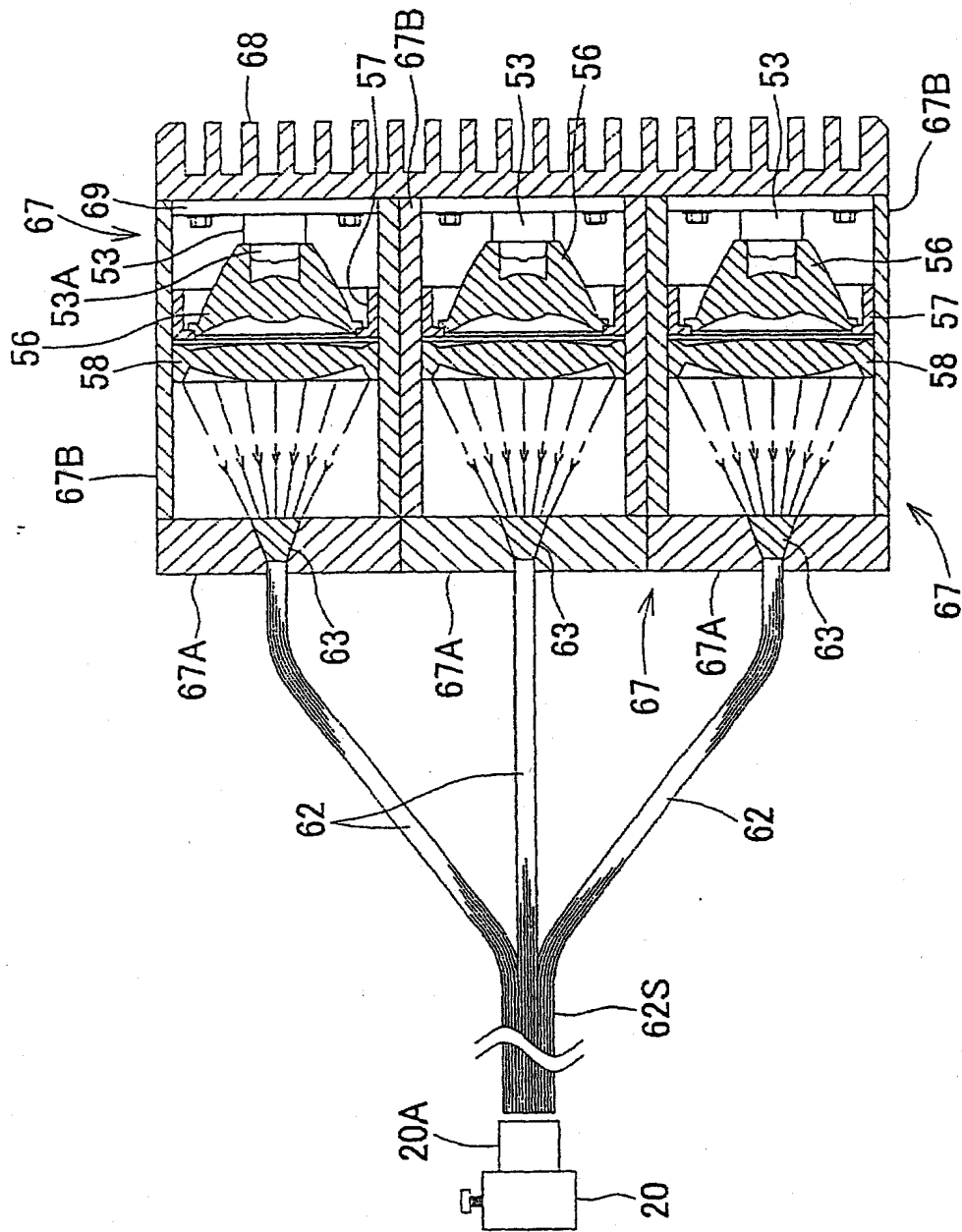


Fig. 31

Fig. 32

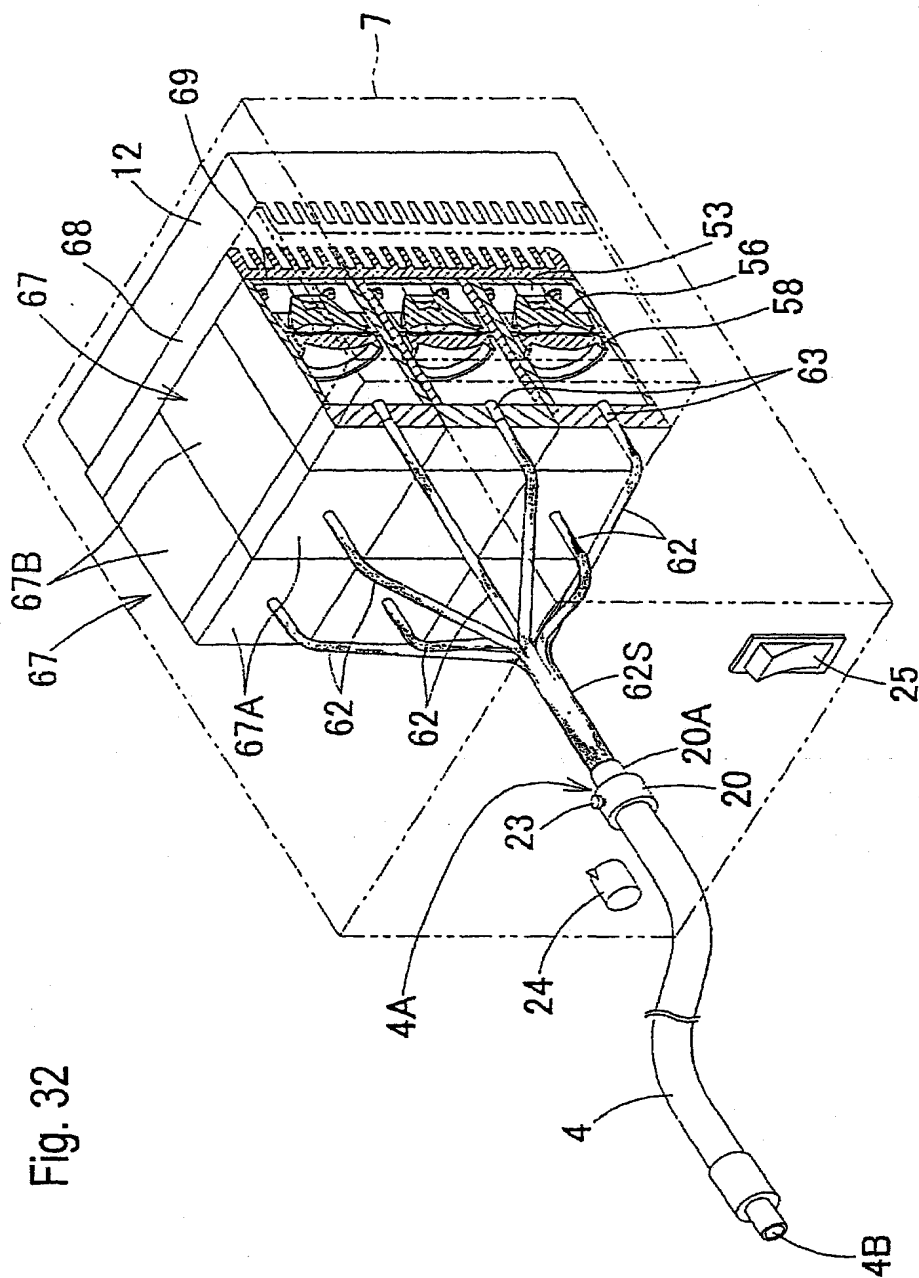


Fig. 33

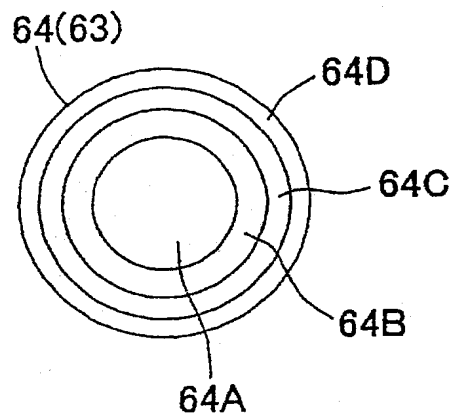


Fig. 34

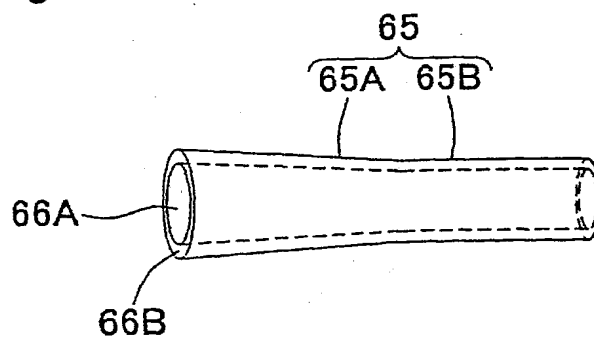


Fig. 35

